

MATEUS ZANATTA

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SEUS EFEITOS NA SEGURANÇA E SAÚDE
OCUPACIONAL DE PILOTOS AGRÍCOLAS**

Porto Alegre

2012

MATEUS ZANATTA

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SEUS EFEITOS NA SEGURANÇA E SAÚDE
OCUPACIONAL DE PILOTOS AGRÍCOLAS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Ergonomia.

Orientador: Fernando Gonçalves Amaral, Dr.

Porto Alegre

2012

MATEUS ZANATTA

**CONDIÇÕES AMBIENTAIS E SEUS EFEITOS NA SEGURANÇA E SAÚDE
OCUPACIONAL DE PILOTOS AGRÍCOLAS**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Fernando Gonçalves Amaral, Dr.

Orientador PPGE/UFGRS

Prof^a. Carla Schwengber ten Caten, Dra.

Coordenadora PPGE/UFGRS

Banca examinadora:

Professor Eder Henriqson, Dr. (FACA/PUC)

Professora Christine Tessele Nodari, Dra. (PPGE/UFGRS)

Professor Marcelo Pereira da Silva, Dr. (PPGE/UFGRS)

AGRADECIMENTOS

Em agradecimento a todos que contribuíram para realização desta dissertação, seja de forma acadêmica, profissional ou pelo carinho prestado durante o decorrer da pesquisa:

Ao meu professor orientador, Fernando Gonçalves Amaral, pelo conhecimento, confiança, paciência e orientação.

Às empresas parceiras, que contribuíram diretamente para fornecer dados importantes para realização da pesquisa, em especial aos funcionários, pilotos agrícolas e profissionais de apoio, que compartilharam de suas experiências para gerar o conhecimento científico aqui apresentado.

À minha família, pai, mãe e namorada, pelo incentivo constante e paciência.

Aos meus amigos e colegas do Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP/UFRGS), em especial aos membros do Núcleo de Ergonomia e Capacitação em Segurança e Saúde Ocupacional (NECSSO/UFRGS) pelos bons momentos de descontração e trabalho.

Aos membros da banca avaliadora, pelas contribuições no âmbito de suas qualificações profissionais e acadêmicas.

Ao PPGEP/UFRGS, seu corpo docente e demais funcionários, pelo apoio recebido.

Ao CNPq, pelos recursos financeiros.

RESUMO

A aviação agrícola é uma atividade importante que afeta diretamente a preservação das florestas, da horticultura e agricultura, tendo presença marcante na cultura de arroz no sul do Brasil. As condições atuais de demanda e desenvolvimento, tornam a aviação agrícola, de fundamental importância para acompanhar as necessidades de crescimento da agricultura. De forma geral, este serviço especializado é feito por pequenas empresas e em alguns casos por pilotos agrícolas autônomos. Estas empresas, assim como os pilotos agrícolas, têm diversos problemas relacionados com o seu trabalho, que de certa forma são alvo de vários estudos do setor. Estes são focados principalmente no desenvolvimento de tecnologias voltadas para o aumento da produtividade e da qualidade de aplicação dos insumos agrícolas. Estas tecnologias criam uma mudança nas condições de trabalho, principalmente quanto a forma em que os pilotos agrícolas executam suas tarefas. Estas mudanças por sua vez, não são acompanhadas de muitos estudos que relacionem as novas condições de trabalho com os possíveis efeitos na Saúde e Segurança do Trabalho (SST) dos pilotos agrícolas. Assim, este estudo objetiva a compreensão de parte dos problemas presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas, analisando a exposição ao ruído ambiental e a vibração de corpo inteiro, na realização do trabalho real. Além disto, é listada uma série de outros fatores de exposição relacionados ao trabalho, que podem potencializar ou atenuar os efeitos da exposição ao ruído e vibrações. Os resultados apresentados na primeira etapa deste estudo mostram uma série de fatores de exposição, e, os efeitos causados por estes na SST dos pilotos agrícolas, conforme o que é de conhecimento científico, e, conforme a perspectiva dos pilotos. Em um segundo momento, o trabalho se concentra nas condições de exposição ao ruído ambiental e exposição as vibrações de corpo inteiro, onde é constatado que os níveis de exposição a ambos os fatores estão muito acima do que é normalizado. Apesar destes resultados, é importante a condução de novos estudos direcionados para a evolução dos efeitos na SST dos pilotos agrícolas nas condições de trabalho atuais.

Palavras chave: Fatores humanos, aviação agrícola, ruído ambiental, vibração de corpo inteiro.

ABSTRACT

The agricultural aviation is an important activity that directly affects the preservation of forests, horticulture and agriculture having a strong presence in the rice crop in southern Brazil. The current conditions of demand and development, make agricultural aviation fundamentally important to follow the growing needs of agriculture. Overall, this specialized service is made by small companies and sometimes by autonomous agricultural pilots. These companies, and also the agricultural pilots, have several problems with their work, which somehow are the target of many studies. These are mostly focused on the development of technologies for increasing productivity and improving the quality of the agricultural inputs application. These technologies create a change in working conditions, especially regarding how the agricultural pilots perform their tasks. On the other hand, these changes were not followed by many studies that relate the new working conditions and the possible effects for Occupational Health and Safety (OHS) of agricultural pilots. So, this study aims to understand some of the problems present in the work environment of agricultural pilots, analyzing exposure to noise and whole body vibration, performing the work. In addition, is listed a number of other exposure factors related to work, which may increase or reduce the effects of noise exposure and vibration exposure. The results presented in the first stage of this study show a series of exposure factors, and the effects caused by these on the OHS of agricultural pilots, whichever is scientific knowledge, and, as the prospect of pilots. At a second stage, the work focuses on the conditions of noise exposure and whole body vibration exposure, where it is found that the levels of exposure to both factors are far above what is allowed by the standards. Despite these results, it is important to conduct further studies directed to the monitor of OHS problems evolution of agricultural pilots with today working conditions.

Keywords: Human factors, Agricultural aviation, Noise, Whole Body Vibration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais causas associadas aos acidentes ocorridos com aeronaves agrícolas.	13
Figura 2 – Estrutura da dissertação.....	16
Figura 3 - Procedimentos e resultados do processo de busca e seleção de estudos.....	23
Figura 4 – Aeronaves Embraer EB201A (Esquerda) e Embraer EB202 (Direita).	65
Figura 5 – Sistema de carregamento mecanizado.....	66
Figura 6 – Posicionamento do microfone.	66
Figura 7 – Calibração do dosímetro.....	67
Figura 8 - Leitura de ruído em aeronave EB201A , em aplicação de herbicida.....	68
Figura 9 – Leitura de ruído em aeronave EB202 em aplicação de herbicida.....	69
Figura 10 – Leitura de ruído em aeronave EB202 em aplicação de adubo.....	69
Figura 11 – Tempos de excedência na exposição ao ruído.	70
Figura 12 - Seat Pad Brüel & Kjær, instalado na interface de medição.	78
Figura 13 – Acelerômetro triaxial e calibrador.	79
Figura 14 – VCI em aeronave EB201A na aplicação de herbicida.	80
Figura 15 – VCI em aeronave EB202 na aplicação de adubo.....	81
Figura 16 – VCI em aeronave EB202 na aplicação de herbicida.	81
Figura 17 – Aceleração ponderada.	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados dos estudos dedicados à descrição do ambiente de trabalho como um todo, relacionando várias características e/ou fatores de exposição.....	24
Quadro 2 - Dados dos estudos dedicados à descrição de uma característica específica de análise.....	25
Quadro 3 – Lista de artigos que foram referenciados na revisão de literatura.....	41
Quadro 4 – Roteiro de entrevista utilizado pelos moderadores.....	44
Quadro 5 – Características individuais dos participantes do grupo focado.	45
Quadro 6 – Categorização dos fatores de exposição.	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1.1	Objetivos	14
1.1.2	Objetivo geral	14
1.1.3	Objetivos específicos	14
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3	MÉTODO DE PESQUISA.....	15
1.4	DELIMITAÇÕES	15
1.5	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	15
2	PROBLEMAS SUPORTADOS PELOS PILOTOS AGRÍCOLAS E SUAS RELAÇÕES COM SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL (ARTIGO 1)	18
2.1	INTRODUÇÃO	18
2.2	MÉTODO	20
2.2.1	Planejamento da revisão.....	20
2.2.2	Condução da revisão	21
2.2.3	Apresentação dos resultados	22
2.3	RESULTADOS.....	24
2.3.1	Fatores organizacionais, operacionais e psicossociais.....	26
2.3.2	Fatores naturais e acidentários.....	27
2.3.3	Fatores físico-ambientais e químico-ambientais	29
2.3.4	Fatores informacionais e comunicacionais	30
2.4	DISCUSSÃO	31
2.4.1	Evolução temporal dos estudos sobre os fatores humanos e a segurança e saúde ocupacional dos pilotos agrícolas	31
2.4.2	Relação entre fatores de exposição, segurança e saúde ocupacional.....	32
2.4.3	Melhorias das condições de trabalho, soluções e respectivas restrições.....	34
2.5	CONCLUSÃO	35

3	PERCEPÇÕES DOS PILOTOS AGRÍCOLAS SOBRE A SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO (ARTIGO 2)	42
3.1	INTRODUÇÃO	42
3.2	MÉTODO	43
3.2.1	Formulação das questões de pesquisa e desenvolvimento do roteiro de entrevista ..	44
3.2.2	Recrutamento dos profissionais e organização do espaço de entrevista.....	44
3.2.3	Realização da entrevista e transcrição dos dados	45
3.2.4	Análise dos dados e sumarização dos resultados.....	46
3.3	RESULTADOS.....	47
3.3.1	Fatores instrucionais	47
3.3.2	Fatores naturais e organizacionais	48
3.3.3	Fatores operacionais.....	50
3.3.4	Fatores acidentários	51
3.3.5	Fatores psicossociais	52
3.3.6	Fatores físico ambientais e químico-ambientais.....	53
3.3.7	Fatores informacionais, comunicacionais e acionais	54
3.4	DISCUSSÃO	56
3.5	CONCLUSÃO	58
4	EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NA AVIAÇÃO AGRÍCOLAS (ARTIGO 3)	62
	RESUMO	62
4.1	INTRODUÇÃO	62
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
4.2.1	Medição da dose de ruído.....	64
4.2.2	Envolvimento dos níveis organizacionais	64
4.2.3	Equipamentos e configurações	65
4.3	RESULTADOS.....	67
4.4	DISCUSSÃO	70

4.5	CONCLUSÃO	71
5	EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA (ARTIGO 4)	75
5.1	INTRODUÇÃO	75
5.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	77
5.2.1	Envolvimento dos níveis organizacionais	77
5.2.2	Equipamentos e configurações	78
5.3	RESULTADOS	79
5.4	DISCUSSÃO	82
5.5	CONCLUSÃO	83
6	CONCLUSÃO	87

1 INTRODUÇÃO

A atual safra brasileira de grãos alcançou um volume histórico, com 165,9 milhões de toneladas, sendo o maior montante já registrado[1]. O uso de aeronaves agrícolas é de fundamental importância para o bom desempenho deste setor[2] e o Brasil é o país que conta com a segunda maior frota mundial de aeronaves agrícolas, com 1.720 unidades, atrás apenas dos Estados Unidos, com 10.000[1]. O reflexo deste crescimento é percebido pela publicação de muitos estudos, conduzidos principalmente no que diz respeito à criação de novas tecnologias para aumentar a produtividade e a qualidade da aplicação aérea de insumos utilizados na agricultura. Estes estudos, normalmente apoiados na agricultura de precisão, apresentando o desenvolvimento de novas tecnologias para posicionamento e trajetória[3,4], controle da deriva de produtos[2,5–7], referência geográfica[8], desenvolvimento de defensivos[9,10], etc. A criação destas tecnologias é de fundamental importância para aumentar a competitividade da aviação agrícola na prestação de serviços especializados para proteger ou fomentar o desenvolvimento da agricultura. Estes serviços incluem grande parte da dispensa de substâncias destinadas à nutrição de plantas, tratamento do solo, propagação da vida vegetal e controle de pragas[11–13].

As aeronaves em uso no Brasil estão distribuídas em 260 empresas, 79 destas na região sul, devido à presença marcante da cultura do arroz[1], que demanda maior uso das aplicações aéreas porque o campo alagado dificulta o uso de máquinas terrestres. Para realizar o trabalho, as empresas contam com pilotos detentores de licença de piloto comercial, com habilitação técnica de piloto agrícola válida e devidamente qualificados para a categoria de aeronave a ser operada[11]. Estes são especializados na execução de manobras com pouca margem para erros, devido aos espaços limitados para casos de emergência, como desvio de obstáculos, e com desempenho da aeronave limitado pelo peso da carga[14].

Segundo estatísticas de acidentes ocorridos no Brasil nos últimos cinco anos (Figura 1), colisão com obstáculos em acidentes com aeronaves agrícolas representam 5,8% de todos os acidentes com aeronaves civis[15–19], ou seja, mais de um quarto dos acidentes envolvendo este tipo de aeronave. Como causa mais comum, a perda de controle, responsável por 7,7% de todos os acidentes com aeronaves civis, de certa forma não explica a ocorrência do acidente. Isto porque a causa raiz pode estar associada a fatores contribuintes como: carga de trabalho, pessoal de apoio, condições meteorológicas adversas, instrução, aspectos psicológicos, etc.[20].

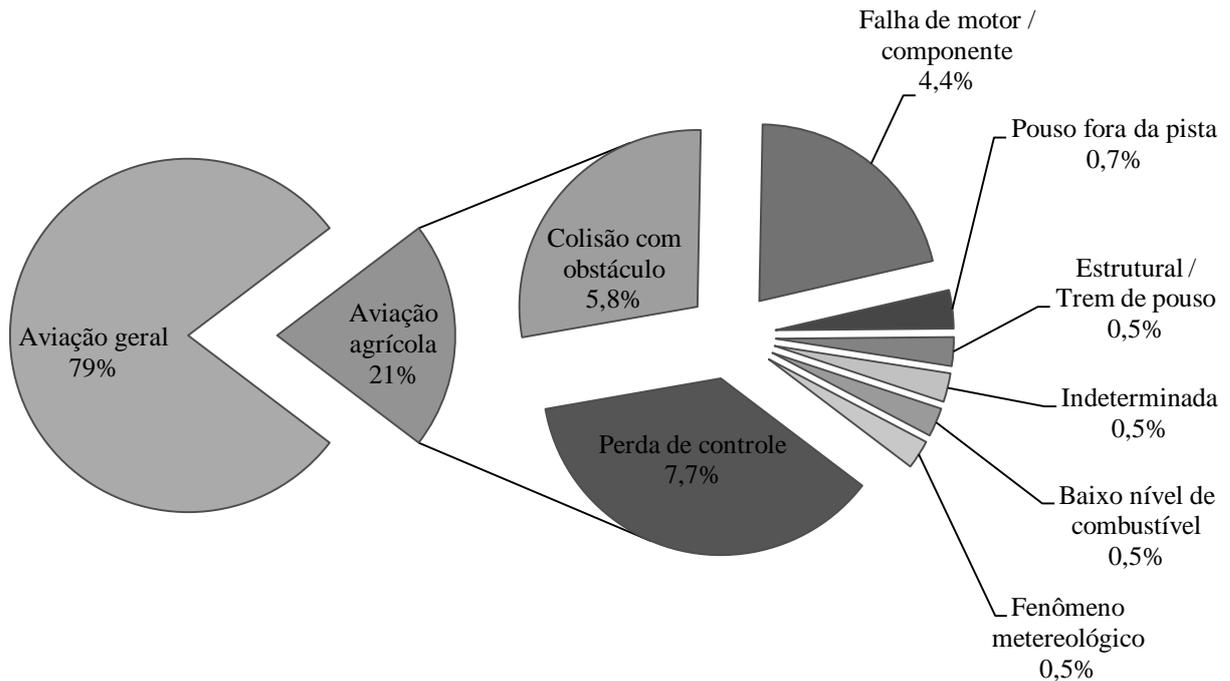


Figura 1 - Principais causas associadas aos acidentes ocorridos com aeronaves agrícolas.

Além dos problemas apresentados nos relatórios de acidentes e estatísticas de órgãos governamentais, é de conhecimento que outros problemas podem contribuir para degradação da Saúde e Segurança do Trabalho (SST). Estes incluem níveis inapropriados de temperatura[21], ruído e vibrações[22–28], etc. Apesar deste conhecimento, os estudos dedicados aos problemas relacionados com o trabalho e os efeitos destes na SST, normalmente são realizados com pilotos da aviação comercial e militar. Estes incluem: condições meteorológicas adversas[29], fadiga[30–33], exposição ao ruído[34–36], exposição à vibrações[37–42], forças gravitacionais[43,44], ritmo de trabalho[45], etc. Considerando a importância apresentada para o setor de aviação agrícola, bem como o desenvolvimento de novas tecnologias no setor, percebe-se um contraste de estudos entre a aviação em geral e a agrícola, principalmente sobre a SST dos pilotos. A questão de pesquisa que move este estudo pode ser expressa como: “Qual a contribuição do ruído ambiental e da vibração de corpo inteiro (VCI) para a SST dos pilotos agrícolas?” Para isto, este estudo considera todos os ‘fatores de exposição’, que, para fins deste estudo, representam problemas relacionados ao trabalho que podem ser solucionados através de intervenções ergonômicas. Assim, este estudo compreende as possíveis relações entre os fatores de exposição, que podem potencializar ou atenuar os efeitos do ruído ambiental e da VCI.

1.1.1 Objetivos

Os objetivos deste trabalho são explicados conforme segue:

1.1.2 Objetivo geral

O objetivo geral desta dissertação é de identificar os níveis de exposição ao ruído ambiental e VCI nas aeronaves de uso agrícola, a influência destes fatores na SST dos pilotos agrícolas, e a potencialização ou atenuação destes efeitos criada por outros fatores de exposição.

1.1.3 Objetivos específicos

Visando alcançar o objetivo geral, são propostos os seguintes objetivos específicos, que se referem aos quatro artigos que fazem parte da estrutura deste trabalho:

- Investigar se a evolução das tecnologias utilizadas na aviação agrícola é acompanhada de uma melhoria das condições de trabalho (Artigo 1);
- Analisar os fatores capazes de influenciar a SST na aviação agrícola, de acordo com a perspectiva dos profissionais envolvidos (Artigo 2);
- Analisar a exposição ao ruído ambiental durante a execução do trabalho dos pilotos agrícolas (Artigo 3).
- Analisar a exposição a VCI durante a execução do trabalho dos pilotos agrícolas (Artigo 4).

1.2 JUSTIFICATIVA

Os artigos científicos publicados sobre tecnologias para operações aeroagrícolas deixam evidente a preocupação com o crescimento deste setor da economia. Diversas tecnologias surgem para resolver parte dos problemas presentes, como exemplo: novas tecnologias para posicionamento e trajetória[3,4], controle da deriva de produtos[2,5–7], referência geográfica[8] e desenvolvimento de defensivos[9,10]. Apesar destas novas tecnologias, não é de conhecimento se estas estão gerando novos constrangimentos aos pilotos agrícolas. Em consequência disto, é necessário o desenvolvimento de novos estudos para explorar os efeitos do surgimento destas tecnologias, as mudanças ocorridas com relação às condições de trabalho e os efeitos na SST.

1.3 MÉTODO DE PESQUISA

O estudo foi conduzido através de uma pesquisa exploratória do ponto de vista qualitativo[46], buscando explicar a partir da experiência dos pilotos agrícolas, as reais condições de trabalho. Para isso, foi realizada uma entrevista com profissionais da área, com experiência em pilotagem de aeronaves agrícolas e atividades relacionadas, como gestão, fiscalização e treinamento. Com base nessas informações, foi realizada uma pesquisa de campo buscando identificar de forma qualitativa e quantitativa os fatores físico-ambientais, em especial o ruído ambiental e a VCI. Os dados quantitativos foram comparados com normas regulamentadoras[47,48], para identificar se os níveis de exposição são capazes de influenciar a SST dos pilotos agrícolas.

1.4 DELIMITAÇÕES

Este estudo tem caráter estritamente exploratório, visando compreender as relações entre os pilotos agrícolas, os equipamentos utilizados no trabalho e o ambiente. Apesar de compreender as relações do sistema de trabalho na aviação agrícola, o estudo se limitou a avaliar os problemas de SST apenas dos pilotos, desconsiderando os outros profissionais atuantes no sistema organizacional (gestores, carregadores, engenheiros, etc.). Os dados obtidos através de pesquisa bibliográfica incluíram unicamente os estudos sobre o tema proposto, publicados em periódicos disponíveis em bases de dados de referência[49–51]. Embora existam atividades de pilotos em vários estados do Brasil, com condições climáticas distintas, foram considerados unicamente pilotos trabalhando no estado do Rio Grande do Sul. Além disso, o foco principal foi a cultura do arroz, muito embora estes pilotos também atuem em atividades relacionados a outras culturas como: soja, laranja, cana de açúcar, etc.[1]. Isto permitiu limitar a variabilidade nas operações e conseqüentemente os fatores que influenciam na organização, na SST.

1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O sistema de leitura proposto para esta dissertação é baseado em um projeto suportado por uma questão de pesquisa geral (Figura 2), e subdividido em seções individuais em forma de artigos para responder aos objetivos específicos. Este modelo não está apresentado como obrigatório pelo Departamento de Engenharia de Produção, contudo foi escolhido por dois motivos: 1) Proporciona uma fácil compreensão das resoluções de cada

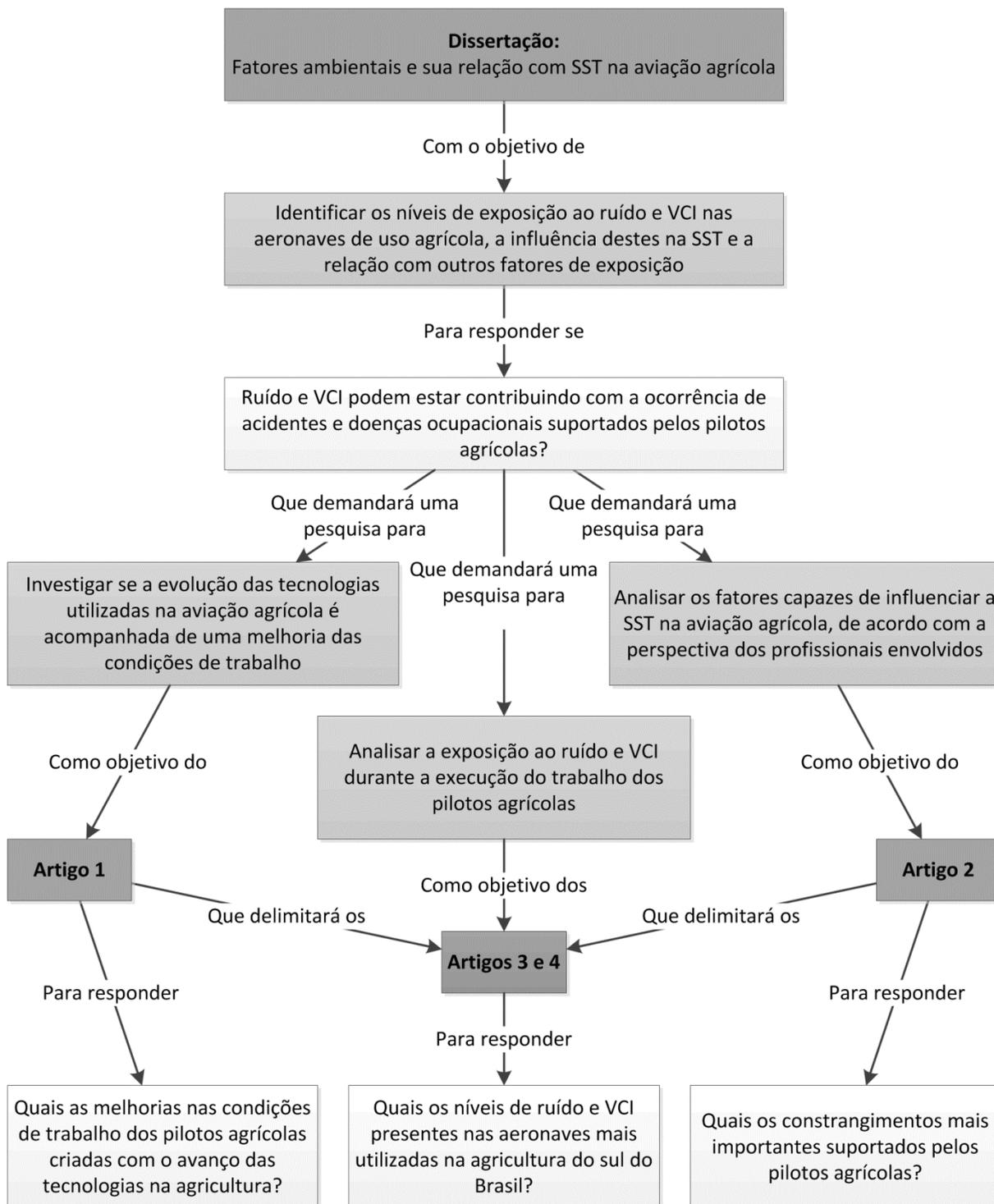


Figura 2 – Estrutura da dissertação.

uma das questões de pesquisa sem perder a relação entre estas; 2) Facilita a publicação do trabalho, visto que a estrutura destes já se apresenta da forma aceita pela maioria dos periódicos internacionais. O formato de referencias escolhido para esta dissertação é o *ABNT numérico*. Este foi escolhido por uma série de motivos, incluindo: 1) Este permite a leitura do texto sem interrupções pela citação de autores, tornando-o mais claro e simples; 2) Os

parágrafos tornam-se mais condensados; e, 3) Torna mais clara a compreensão de figuras e quadros que apresentam dados extraídos da literatura. As citações do corpus desta dissertação estão relacionadas com as referências ao final da mesma, enquanto as citações do corpus de cada artigo estão relacionadas com as referências individuais de cada um destes.

O que se segue agora são quatro capítulos, que correspondem aos artigos 1, 2, 3 e 4, com objetivos e questões de pesquisa específicos, que podem ser lidos de forma individual, e levam a uma conclusão geral no final desta dissertação.

2 PROBLEMAS SUPOSTOS PELOS PILOTOS AGRÍCOLAS E SUAS RELAÇÕES COM SEGURANÇA E SAÚDE OCUPACIONAL (ARTIGO 1)

PROBLEMS SUPPORTED BY AGRICULTURAL PILOTS AND ITS RELATIONS WITH OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

RESUMO

Este estudo faz um levantamento da informação qualitativa dos estudos que abordam os problemas suportados pelos pilotos agrícolas na execução de seu trabalho, que podem estar relacionados à saúde e segurança do trabalho. O objetivo é investigar se a evolução das tecnologias utilizadas na aviação agrícola é acompanhada de uma melhoria das condições de trabalho. Para isto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura procurando, através de mecanismos de busca informatizados, reunir a informação existente sobre este tema. A síntese dos dados incluiu os fatores de exposição apresentados e as respectivas relações com segurança do trabalho e saúde ocupacional. Como principais problemas associados à saúde e segurança do trabalho abordados nos estudos incluídos: A exposição aos químicos aplicados, a exposição ao ruído e as condições térmicas desfavoráveis, o uso inadequado ou a falta de equipamentos de proteção individual e coletivo, a gestão da equipe de trabalho e a gestão da saúde do trabalho. Apesar de não serem tratados de forma mais aprofundada, outros problemas são apresentados em estudos que avaliaram as condições do ambiente de trabalho. Estes incluem: Capacitação e treinamento, gestão de tempo de trabalho, choques, vibrações, forças gravitacionais, relacionamento pessoal, condições meteorológicas, e responsabilidades do piloto.

Palavras-chave: Fatores humanos, Aviação agrícola, Revisão sistemática.

ABSTRACT

This study makes an assessment of qualitative information from studies that address the problems incurred by agricultural pilots in the execution of their work, which may be related to the occupational health and safety. The aim is to investigate whether the evolution of the technologies used in agricultural aviation is accompanied by an improvement in working conditions. For this, we performed a systematic review through computerized search engines to gather existing information on this subject. Data synthesis included the exposure factors presented in work environment and their relations with occupational health and safety. As main problems associated with the health and safety covered in the studies includes: Exposure to chemicals, noise exposure and unfavorable thermal conditions, improper use or lack of personal and collective protective equipment, team management, and occupational health management. Although they are not treated in more detail, other problems are presented in studies that evaluated the conditions of the work environment. These include: Training and education, working time management, shocks and vibrations, gravitational forces, personal relationships, weather conditions, and pilot's responsibilities.

Keywords: Human factors, Agricultural pilots, Systematic review.

2.1 INTRODUÇÃO

A aviação agrícola, por vezes referida como operações aeroagrícolas ou aplicação aérea, é apresentada nas regulamentações do setor como uma atividade econômica de

aplicação de qualquer substância destinada à nutrição de plantas, tratamento do solo, propagação da vida vegetal, controle de pragas[1,2]. Sendo assim, é uma atividade importante que afeta diretamente a preservação da agricultura, horticultura e floresta. Aproximadamente 1.720 aeronaves para atuação em operações agrícolas estão registradas no Brasil, e aproximadamente 10.000 nos Estados Unidos[3]. Estas são responsáveis por grande parte dos serviços utilizados para produção agrícola desses países, como por exemplo, a pulverização de lavouras e aplicação de adubo.

No contexto da aviação agrícola observa-se a ocorrência de acidentes e fatalidades, sendo a maior em índice de acidentes na Austrália, com mais de 12 acidentes para cada 100.000 horas de voo entre os anos de 2001 e 2009[4], e superior à média de toda a aviação geral nos Estados Unidos, com aproximadamente 5 acidentes para cada 100.000 horas de voo neste mesmo período[5]. Colisão com obstáculos, perda de potência ou falha de motor ou sistema, perda de controle da aeronave e pouso forçado são as principais causas apontadas para os acidentes[4–6]. Estes, facilitados pelas condições de aplicação aérea, ou pelos ‘fatores de exposição’, que para o entendimento deste estudo, representam problemas suportados pelos pilotos agrícolas na execução de seu trabalho, que podem ser resolvidos através de intervenções ergonômicas.

Estudos anteriores que abordaram problemas relacionados ao trabalho consideraram principalmente as situações de alto perigo, como voos efetuados a baixas altitudes[5], terrenos com vários tipos de obstáculos, como cercas, redes de energia e vegetação[4–6]. Esses estudos demonstram a relação entre estes problemas com a ocorrência de acidentes, porém, outros fatores de exposição, presentes em estudos da indústria, aviação civil e militar, não são abordados de forma tão importante na aviação agrícola. Para citar alguns, aceleração (força G)[7], vibração[7–9], ruído [10–12], que são apresentados como contribuintes para debilitação da saúde, e em certas situações, estes problemas podem estar comprometendo o desempenho do piloto ao nível de colaborar com a ocorrência de acidentes. Esses fatores de exposição são evidentes em situações de trabalho específicas, sendo necessário maior conhecimento do ambiente de trabalho na aviação agrícola para poder relacioná-los com a Saúde e Segurança do Trabalho (SST).

Para compreender melhor o ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas, este estudo faz um levantamento da informação qualitativa dos estudos sobre a aviação agrícola, verificando a existência de abordagens sobre fatores de exposição (ou problemas relacionados ao trabalho), que podem estar relacionados à SST. O objetivo é investigar se a evolução das

tecnologias utilizadas na aviação agrícola é acompanhada de uma melhoria das condições de trabalho. Para tal, foi realizada uma revisão sistemática da literatura procurando, através de mecanismos de busca informatizados, reunir a informação existente sobre este tema.

2.2 MÉTODO

Este estudo foi conduzido através de uma revisão sistemática da literatura[13–15], através de métodos explícitos usados para identificar, selecionar e incluir estudos conforme critérios predefinidos[16,17], integrando e comparando os resultados dos estudos. A revisão sistemática foi realizada em três estágios que compreendem: 1) Planejamento; 2) Condução; e, 3) Apresentação dos resultados.

2.2.1 Planejamento da revisão

Nesta etapa, é apresentada a justificativa da pesquisa, seguida do desenvolvimento de um protocolo de revisão. O tema sugerido para este estudo aborda os ‘fatores de exposição e seus efeitos na SST de pilotos agrícolas’. Em uma pesquisa inicial em vários mecanismos de busca, não foram encontradas revisões sobre fatores de exposição (ou problemas ergonômicos). Isto justifica a necessidade para resumir toda a informação existente sobre este tema de forma completa e imparcial, como primeiro passo para outras atividades de investigação. Os dados resultantes da investigação sobre os fatores de exposição podem identificar eventuais lacunas de pesquisa, e sugerir áreas específicas para investigação adicional. Baseado nesta necessidade criou-se um protocolo de pesquisa, onde se procurou identificar: ‘quais são os fatores de exposição suportados pelos pilotos agrícolas e quais são os efeitos causados por estes fatores na SST?’ Esta questão de pesquisa limita o estudo a um cenário específico, sob a perspectiva de fatores humanos, na avaliação de fenômenos oriundos da interação do homem com seu trabalho. Através desta questão, procura-se responder sobre: 1) O problema, sendo os fatores de exposição; 2) Os efeitos, resultado da ação dos fatores de exposição e o comprometimento da SST para os pilotos agrícolas. Para isto, realizou-se uma pesquisa piloto em diversas bases de dados, através de diversos mecanismos de busca (ou sistemas informatizados de busca *online*), utilizando palavras-chave normalmente encontradas nos estudos sobre aviação agrícola e SST com base nos conhecimentos prévios dos autores. Com os resultados destas buscas, foram estabelecidos: 1) As bases de dados e os mecanismos de busca; 2) As palavras chaves; 3) Os algoritmos de busca; e, 4) Procedimentos de busca. Como mecanismos de busca, foram utilizados: 1) PubMed[18]; 2) Science Direct[19]; e 3) ISI

Web of Knowledge[20]. Para resultar inicialmente em um maior número possível de artigos da área, foram utilizados como base para a seleção das palavras-chave: 1) O setor de aplicação, incluindo as palavras chave: ‘*agricultural*’ e ‘*aviation*’; e, 2) A atividade realizada, definida pela expressão ‘*aerial application*’. Essas palavras-chave foram utilizadas conforme o seguinte padrão de algoritmo de busca avançada: ((“*aerial application*”) OR (*agricult** AND *aviat**)). Este padrão de algoritmo foi modificado conforme manual de aplicação de cada um dos mecanismos de busca, e posteriormente aplicado nos campos que compreendem: 1) Título; 2) Palavras-chave; e, 3) Resumo, de forma retrospectiva a partir de 2011. Os resultados compreenderam todos os estudos descritivos, explicativos e exploratórios sobre qualquer assunto que compreende a aviação agrícola e a agricultura.

2.2.2 Condução da revisão

A pesquisa foi realizada conforme os procedimentos de busca definidos no planejamento da revisão, com as devidas alterações nos algoritmos de busca, de acordo com as limitações de cada mecanismo de busca, resultando inicialmente em 911 artigos. A partir destes resultados, foram aplicados os seguintes critérios de exclusão: 1) Quanto ao idioma de publicação, foram desconsiderados os artigos com texto completo indisponível em língua inglesa; 2) Quanto à tipologia, foram descartados materiais editoriais, livros, capítulos de livros e literatura cinzenta (refere-se ao que é produzido em todos os níveis do governo, institutos, academias, empresas e indústria, em formato impresso e eletrônico, mas que não é controlado por editores científicos ou comerciais), mantendo apenas estudos *peer reviewed*. Estes critérios foram aplicados através de filtros informatizados, quando disponíveis nos mecanismos de busca, e que resultaram na exclusão de 95 artigos. Em seguida, foi realizada uma avaliação de elegibilidade, de forma manual, padronizada, através da leitura dos campos que compreendem: 1) palavras-chave; 2) título; e, 3) resumo. Foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: 1) Quanto à abordagem, foram considerados apenas os estudos apresentando resultados sobre a ‘aviação agrícola’, incluindo sinônimos (operações aeroagrícolas, aplicação aérea, pulverização aérea). Foram considerados nesta etapa, estudos sobre ‘operações aéreas com carga externa’ que podem estar associados aos objetivos desta pesquisa; 2) Quanto aos indivíduos estudados, foram compreendidos ‘pilotos agrícolas’, incluindo sinônimos (pilotos de carga externa, pilotos aplicadores) Foram considerados nesta etapa, estudos que apresentaram resultados sobre outros ‘profissionais de apoio’, por vezes referidos como ‘equipe de terra’, ‘tripulação terrestre’, e ‘equipe de apoio’. A informação

qualitativa sobre estes outros profissionais foi considerada de forma isolada; 3) Quanto ao objetivo, foram considerados estudos explicativos, descritivos ou exploratórios sobre ‘fatores de exposição’, que podem contribuir para agravar as condições de SST. Esta etapa resultou na exclusão de 775 artigos. Dos 41 artigos restantes, 19 duplicados foram excluídos, resultando em 28 artigos para solicitação de texto completo. Estes artigos serviram para uma segunda pesquisa bibliográfica, baseada nas referências citadas. Os artigos referenciados foram selecionados segundo os mesmos critérios de inclusão e exclusão utilizados anteriormente, porém limitados somente ao título do estudo. Foram incluídos 12 artigos durante a pesquisa bibliográfica, que também foram solicitados para leitura, e juntamente com os artigos oriundos da busca booleana foram analisados quanto ao conteúdo, onde foram extraídas as informações qualitativas. Essa etapa foi realizada de forma independente por dois pesquisadores e as divergências foram esclarecidas em consenso conforme apontado por Liberati et al. [16]. A sequência lógica dos procedimentos de busca, assim como os resultados que apresentam a seleção dos estudos estão representados na figura 3.

2.2.3 Apresentação dos resultados

A informação qualitativa dos estudos foi extraída de cada estudo incluindo: 1) O foco do estudo, sendo a um fator de exposição ‘específico’ ou ao ‘ambiente de trabalho como um todo’, incluindo os efeitos da exposição a vários fatores; 2) Indivíduos expostos (pilotos e equipe de apoio); 3) Principais resultados dos estudos (efeitos causados pelos fatores de exposição na SST); 4) Limitações apresentadas nos estudos considerados; e, 5) Lacunas de pesquisa identificadas nos estudos considerados. Ainda com relação ao foco do estudo, estes foram categorizados de acordo com o fator de exposição, baseado em um modelo adaptado de MORAES & MONT’ALVÃO[21], onde foram excluídos alguns fatores que não se aplicam na aviação. Os fatores de exposição incluídos são os seguintes: 1) Fatores organizacionais (objetivação, responsabilidades, autonomia e participação); 2) Fatores acidentários (condições de pista, condições de voo, manutenção de aeronave e dispositivos, deficiência de rotinas e equipamentos para controle de acidentes e incêndios, falta de dispositivos de proteção, que incluem Equipamentos de Proteção Individual – EPI e Equipamentos de Proteção Coletiva – EPC); 3) Fatores naturais (condições meteorológicas desfavoráveis para execução do trabalho); 4) Fatores físico-ambientais (ruído, vibração, iluminação, temperatura, forças gravitacionais); 5) Fatores químico-ambientais (partículas ou elementos tóxicos e aerodispersóides); 6) Fatores operacionais (ritmo de trabalho, repetitividade, monotonia,

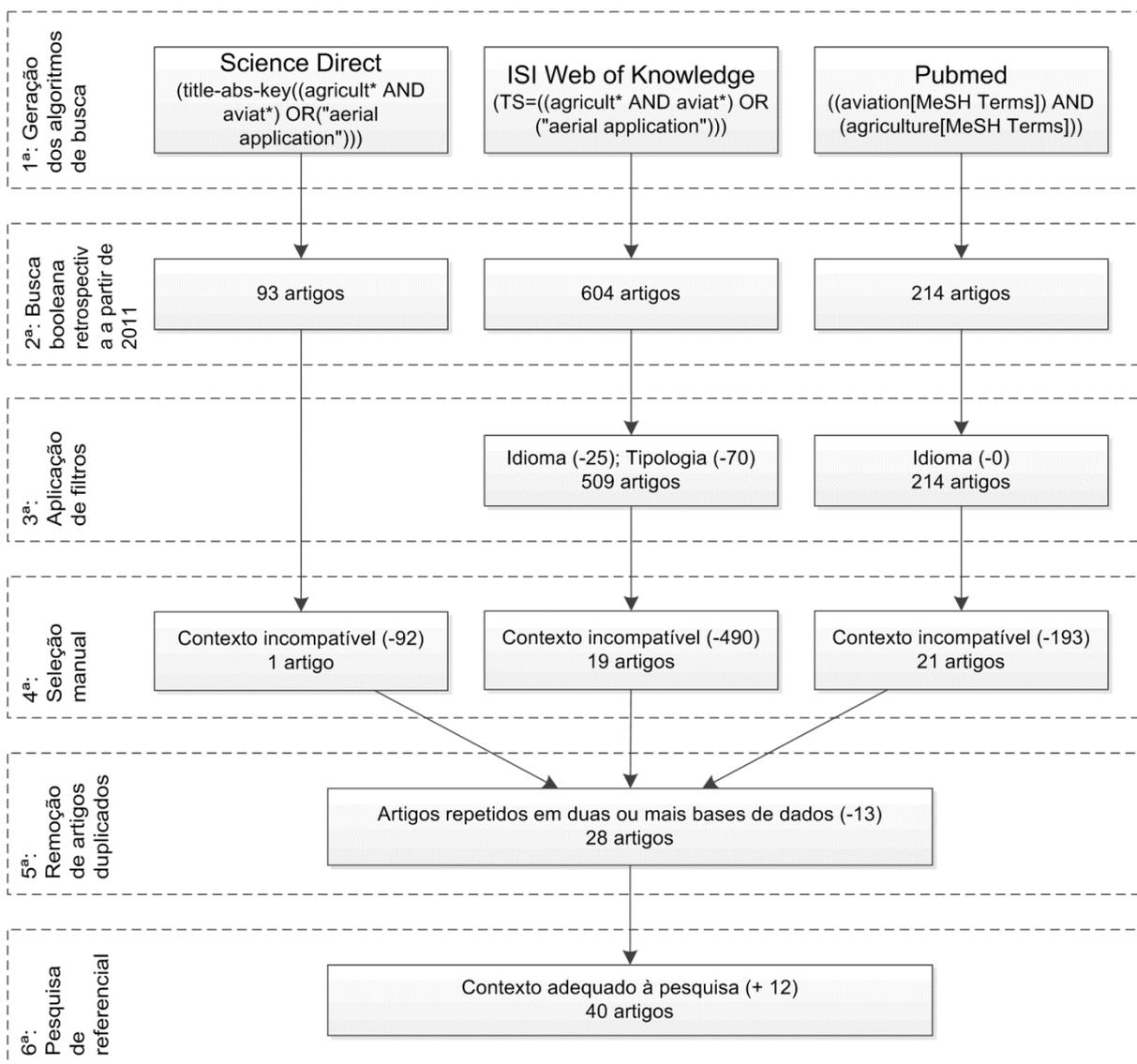


Figura 3 - Procedimentos e resultados do processo de busca e seleção de estudos.

pressão por prazos de produção e controle); 7) Fatores cognitivo-informacionais (deficiência na detecção, discriminação ou identificação em instrumentos e mostradores, sinalização inadequada); 8) Fatores comunicacionais (Falta de dispositivos de comunicação à distância, ruídos na transmissão ou recepção de informações sonoras ou gestuais); 9) Fatores psicossociais (conflitos entre indivíduos ou grupos sociais, dificuldade de comunicação e interação interpessoal, falta de opção de descanso, alimentação, distração e laser no ambiente de trabalho); 10) Fatores acionais (Constrangimentos biomecânicos, e dimensionamento do posto de trabalho). Para a apresentação, foram reunidos alguns fatores de exposição que, de acordo com a informação recuperada, possuem efeitos semelhantes na SST dos pilotos agrícolas.

2.3 RESULTADOS

Através dos estudos selecionados pelos procedimentos de busca (Figura 3), foram identificados dois tipos de abordagens: 1) As que apresentaram de forma conjunta os fatores de exposição presentes no ambiente de trabalho; 2) As que apresentaram de forma ‘isolada’ os dados sobre um único fator de exposição.

A síntese dos dados de estudos que avaliaram o ambiente de trabalho (Quadro 1) apresenta as características e/ou os fatores de exposição suportados pelos pilotos agrícolas, que devem ser considerados em estudos sobre SST na aviação agrícola. Os fatores de exposição apresentados de forma conjunta permitem gerar soluções para o ‘sistema de trabalho’, onde a mitigação dos problemas de SST pode ser feita através da redução da fadiga

Quadro 1 – Dados dos estudos dedicados à descrição do ambiente de trabalho como um todo, relacionando várias características e/ou fatores de exposição.

Autor (Ano) [Referência]	Contexto	Características e/ou fatores considerados
Hall (1991) [21]	Explora as atividades e atitudes que precedem o acidente.	ACD; ORG; PSC.
Gordon & Hirsch (1986) [22]	Mostra que a introdução de novos pesticidas exige um monitoramento médico mais desenvolvido e adequado.	OPR; ACD; FIA; QUA.
Richter et al. (1981) [41]	Apresenta um programa para a prevenção de mortes e ferimentos por acidentes de aeronaves, de acordo com uma matriz de opções para intervenções derivadas da epidemiologia de acidentes rodoviários.	QUA; FIA; OPR; ACD.
Quantick (1979) [60]	Apresenta melhorias aplicadas em uma concepção de aeronave exclusiva para uso em operações aeroagrícolas.	ACD; INF; ACN.
Baruch (1970) [33]	Investiga os fatores que são susceptíveis de causar fadiga e reduzir alerta entre os pilotos e, assim, contribuir para o aumento do número de acidentes.	QUA; OPR; NAT; ACD; FIA.
Ryan & Dougherty (1969) [34]	Análise de 383 acidentes em aeronaves envolvidas em operações de aplicação aérea, com base em relatórios de acidentes.	Tipo de aeronave; Experiência do piloto.
Perry (1969) [61]	Descrição de um programa para formação e supervisão, considerando os fatores contribuintes na ocorrência de acidentes.	ACD; OPR; ORG.
Reich & Berner (1968) [26]	Descoberta de semelhanças, tendências e padrões em acidentes na aviação agrícola.	ACD; ORG; QA.
Billings (1963) [25]	Tentativa de evidenciar problemas clínicos de saúde e ambientais verificados na aviação agrícola.	ACD; COM; FIA; INF; NAT; OPR; ORG; PSC; QUA.
North & Hightower (1957) [62]	Apresentação do perfil dos pilotos envolvidos em quatro acidentes com aeronaves agrícolas, possíveis causas e soluções.	ACD; ORG.

Legenda: ACD=Acidentário; COM=Comunicacional; FIA=Físico-ambiental; INF=Informacional; NAT=Natural; OPR=Operacional; ORG=Organizacional; PSC=Psicossocial; QUA=Químico-ambiental; ACN=Acional.

Quadro 2 - Dados dos estudos dedicados à descrição de uma característica específica de análise.

Autor (Ano) [Referência]	Fator principal		Fatores relacionados
Bruggink et al. (1964) [37] De Haven (1953) [52]	ACD	EPC [37,52]; EPI [37].	Projeto da aeronave [52]
Gribetz et al. (1980) [29] Tobias (1968) [39]	FIA	Condições térmicas [29]; Ruído [39].	Falta de dispositivos de proteção [29,39]; Uso incorreto de EPI [39]; Gestão de ingestão de líquidos [29].
Chaturvedi (2011) [61] Minasi et al. (2011) [38] Gerry et al. (2005) [43] Rice et al. (2005) [59] Cable & Doherty (1999) [31] Driskell et al. (1991) [48] Gordon & Richter (1991) [44] Knopp & Glass (1991) [45] Yoshida (1990) [51] Chester et al. (1987) [32] Dellinger & Taylor (1985) [50] Knarr et al. (1985) [63] Chester & Ward (1984) [64] Roan et al. (1984) [46] Atallah et al. (1982) [40] Quantick & Perry (1981) [30] Gupta et al. (1980) [65] Richter et al. (1980) [33] Ullmann et al. (1979) [66] Cohen et al. (1979) [57] Simpson (1973) [71] Wood et al. (1971) [58] Smith (1963) [67] Daugherty et al. (1962) [47]	QUA	Exposição aos químicos aplicados [30–33,38,40,43–48,51,57–59,61,63–67]; Exposição aos gases de combustão da aeronave [61].	Uso incorreto de EPI [33,38,40,43,57,59,66,67]; Falta de EPC[33,40,44,57,67,71]; Obstáculos [33,59]; Procedimentos realizados de forma incorreta [30–32,40,57,66,71]; Qualificação profissional [43,44]; Condições meteorológicas desfavoráveis [50,59,64,67]; Forças gravitacionais [33]; Condições térmicas desfavoráveis [33,40,66,67]; Ritmo de trabalho intenso [33,40,57,58]; Atitude e experiência dos profissionais [40,58]; Acidentes causam exposição direta [40].
Voogt et al. (2009) [28] Mohler (1980) [54]	ORG	Gestão da equipe [28]; Gestão da saúde [54].	Apresentação das informações [28]; Comunicação entre pilotos e equipe de solo [28]; Responsabilidades centralizadas no piloto [28].

Legenda: ACD=Acidentário; FIA=Físico-ambiental; ORG=Organizacional; QUA=Químico-ambiental.

física e mental, gerada pela soma dos perigos presentes no ambiente de trabalho.

A síntese dos dados de estudos focados em um único fator de exposição (Quadro 2), apresentam dados avaliados em profundidade que permitem compreender as relações entre a exposição e os efeitos na SST. Estes estudos são importantes porque evidenciam os perigos induzidos pelos fatores de exposição apresentados e sua potencialização em função da exposição a outros fatores considerados contribuintes. Além disto, os fatores de exposição estudados de forma isolada permitem gerar soluções pontuais para mitigação de problemas na SST dos pilotos agrícolas.

2.3.1 Fatores organizacionais, operacionais e psicossociais

Para os fatores psicossociais, organizacionais, operacionais, vários dos efeitos são semelhantes e muitas vezes contribuintes para ocorrência de acidentes. Pressões por prazos[22], atitudes e responsabilidades[22], ritmo de trabalho[22–24], condições de trabalho[25], distanciamento da família[22] entre outros, têm efeitos psicológicos que podem causar perda de desempenho[22] e fadiga[23]. Estes efeitos podem comprometer as tomadas de decisão, importantes para a segurança das operações.

Fatores organizacionais foram apresentados como parte dos problemas presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas[22,26–28], ou como fatores relacionados com a exposição aos fatores físico-ambientais[29] e químico-ambientais[30–32], devido aos procedimentos realizados de forma incorreta. Os fatores organizacionais são apresentados principalmente no que diz respeito às responsabilidades impostas aos pilotos, podendo ser durante a execução da aplicação propriamente dita ou atividades relacionadas. Durante a aplicação, o piloto deve realizar a condução da aeronave que inicialmente está carregada, decidir sobre a abordagem de cada campo, tendo em conta os ventos predominantes e a localização das culturas adjacentes (que poderiam ser prejudicadas por suas substâncias químicas[26]), através de comandos realizados com ambas as mãos e pés, com controle realizado através de mostradores de velocidade do ar, altitude e direção. No final de cada aplicação ele deve pousar a aeronave nas proximidades do campo, geralmente em pistas improvisadas, já estando sem carga.

Em alguns estudos, são apresentadas as equipes de terra para auxiliar o piloto agrícola em etapas de reabastecimento e carregamento da aeronave. Contudo, em alguns estudos, os procedimentos são realizados pelos próprios pilotos, como no caso de pilotos que atuam na aplicação de produtos para controle de vetores (ser vivo invertebrado capaz de transmitir de forma ativa ou passiva um agente infectante), mesmo necessitando uma qualificação profissional diferente. Em teoria, quando existe a tripulação terrestre, o piloto não entra em contato direto com produtos e equipamentos, aguardando dentro da cabine da aeronave. Em alguns estudos, parte da responsabilidade pelo posicionamento é da equipe de solo, feita por um profissional também chamado de ‘bandeirinha’, que foi substituído pelos Sistemas de Posicionamento Global Diferencial (DGPS – *Differential Global Positioning System*). Apesar do apoio da equipe de terra, cabe ao piloto gerenciar a operação durante todo o trabalho, incluindo a responsabilidade sobre estes profissionais de apoio[26].

Quanto às outras atividades, indiretamente ligadas à aplicação, podemos citar a atuação em processos decisórios sobre a aplicação, geralmente feita com a presença de um engenheiro agrônomo e o proprietário da propriedade rural. O trabalho de piloto agrícola requer alta qualificação[28], vistas todas as responsabilidades citadas, que são ainda acompanhadas da atuação como vendedor de seus serviços e gestão da empresa quando estes profissionais trabalham de forma autônoma, ou gerenciando pequenas empresas de aplicação aérea[26].

Fatores operacionais são apresentados no contexto da maioria dos estudos sobre fatores de exposição na aviação agrícola. A pressão por prazos é considerada como problema relacionado à SST de pilotos agrícolas desde os anos 60's[26], na minimização dos tempos improdutivos, como carregamento da aeronave e a execução de manobras. O ritmo de trabalho é presente principalmente devido à sazonalidade das operações, e o piloto agrícola pode inclusive trabalhar nestes períodos acima do limite recomendado[26]. A sazonalidade pode inclusive fazer com que o piloto agrícola trabalhe o suficiente durante os meses de maior demanda para se sustentar durante todo o resto do ano[26]. A pressão por prazos, o ritmo de trabalho e a concorrência entre as empresas de aplicação aérea criam uma resistência à alterações do turno de trabalho, independentemente de qualquer regulamentação que possa ser imposta[26]. Como efeitos destes fatores operacionais, está o aumento do tempo em que o trabalhador está exposto a outros fatores como os químico-ambientais[33].

Fatores psicossociais foram apresentados como parte dos problemas presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas apenas em dois dos estudos incluídos nesta revisão[22,26]. Estes fatores não aparecem como contribuintes em nenhum estudo dedicado a outros fatores, nem no contexto dos mesmos. Como maior preocupação, pode-se citar o distanciamento da família, que tem efeitos psicológicos que podem ocasionar a perda de desempenho[22], e assim comprometer a segurança das operações.

2.3.2 Fatores naturais e acidentários

Os estudos que abordam os fatores naturais e os fatores acidentários incluídos nesta revisão, em sua maioria, apresentam estes diretamente relacionados à organização do trabalho, principalmente no que diz respeito às relações entre as condições de trabalho e os procedimentos realizados pelo piloto agrícola. Estes fatores foram considerados conjuntamente porque se confundem na bibliografia, que os trata de forma complementar, geralmente como perigos associados aos acidentes de trabalho e não à saúde ocupacional.

Fatores naturais foram apresentados como parte dos problemas presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas[26,34]. Situações de perigo incluem o voo em condições de vento desfavoráveis, que compromete a segurança do piloto nas manobras, e no desvio da atenção do piloto para o controle da deriva do produto para áreas inapropriadas[26]. Estas condições podem se tornar um perigo, principalmente quando potencializadas por outros fatores como o ruído ambiental[35], que podem prejudicar a atenção do piloto, e a fadiga e a pressão por prazos, que podem alterar a resposta de um piloto para negação de trabalho[22] em condições meteorológicas desfavoráveis[26].

Fatores acidentários foram apresentados desde os estudos dos anos 60's, até os mais recentes[22,23,26–28,33,36,37]. Situações de perigo criadas pela exposição aos fatores acidentários incluem a falta de EPC, o uso incorreto de EPI (ou até mesmo a falta destes), péssimas condições de pista e obstáculos presentes no trajeto da aeronave. Com relação aos EPC, pode-se dizer que uma grande evolução iniciou a partir dos anos 60's. Neste período, as aeronaves militares adaptadas para uso agrícola começaram a ser substituídas por outras especialmente desenvolvidas para uso nestas operações[38]. Estas aeronaves, já contemplavam em seus projetos o tipo de atividade executada e os perigos envolvidos. A falta do uso, ou uso inadequado de EPI e EPC pode contribuir para a exposição aos produtos químicos aplicados[33,39] e ao ruído ambiental[35]. A ineficiência dos EPIs e EPCs pode estar associada também a durabilidade e falta de inspeção[26,35]. Os EPIs insatisfatórios são apontados como uma área fecunda para investigação e atuação[26], contudo, deve haver muito cuidado no estudo sobre EPI, visto que o uso de certos equipamentos pode melhorar as condições relacionadas a um determinado fator de exposição e ao mesmo tempo prejudicar a exposição a outro. Como exemplo disto, o uso de macacão que pode dificultar a exposição aos fatores químico-ambientais[40] porque impede que o contato com os agentes químicos, ao mesmo tempo que a falta de inspeção e limpeza deste EPI pode facilitar esta contaminação[25]. Além disto, o uso do macacão pode aumentar a temperatura corporal[41], se não usado em conjunto com sistemas de ventilação como o ar-condicionado. Outros fatores acidentários como: baixa altitude do voo com o perigo sempre presente de obstáculos inesperados[22,24,26,37], com decolagem e pouso em pistas geralmente improvisadas[22], aparecem durante toda a história da aviação agrícola, mostrando que as mudanças são insuficientes para controlar os acidentes de trabalho.

2.3.3 Fatores físico-ambientais e químico-ambientais

Fatores físico-ambientais foram apresentados como parte dos problemas presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas[23,26,34,42]. Entre os principais fatores, estão o ruído, condições térmicas, choques, vibrações e forças gravitacionais. Este conjunto de fatores pode aumentar significativamente a fadiga do piloto[26], levando-o a condições de desconforto e redução do desempenho que podem em curto prazo comprometer a segurança e, em longo prazo ter efeitos sobre a saúde do piloto. O ruído em altas intensidades e durante grande período de tempo pode causar Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR)[35], que por sua vez pode comprometer a atenção do piloto, a recepção de estímulos auditivos e sinais de alerta. A temperatura da cabine pode comprometer as condições fisiológicas, causando perda de massa corporal, desidratação, alteração da pressão sanguínea, alteração da temperatura central[29], e em casos mais graves a exposição ao calor pode causar perda de vigiância, que podem aumentar o risco de erro do piloto[41]. As vibrações, assim como choques e forças gravitacionais, são citadas em alguns estudos da aviação agrícola[29,33], enquanto seu conhecimento de forma mais aprofundada não foi visto em nenhum estudo apresentado nesta revisão.

Fatores químico-ambientais também foram apresentados como parte dos problemas presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas[23,26,27,34,42]. Além destes, vários autores realizaram estudos para compreender as relações entre estes fatores e a segurança[30–33,39,43–48]. Existe a evidência que a exposição do piloto para produtos químicos tóxicos pode desempenhar um papel contributivo ou causal em acidentes na aviação agrícola[27]. Esta exposição pode causar a contaminação do piloto, que pode ocorrer por via cutânea [25,32,33,40], respiratória[40] e ingestão[48]. A exposição por via respiratória pode ser aumentada devido a condições de organização do trabalho, devido às manobras de ida e volta, efetuadas em algumas situações para redução de tempo improdutivo[26]. Assim na volta, o piloto fica exposto a partículas presentes no ar que não tiveram tempo suficiente para se depositar no alvo. A exposição pode também ser aumentada por fatores acidentários como a falta de uso de EPI[33,39,43] e falta de EPC[33,44]. A exposição por via cutânea pode ocorrer quando existem falhas no isolamento da cabine com a parte exterior da aeronave, permitindo a entrada de partículas e o contato com a pele do piloto agrícola[33]. Esta condição também é prejudicada na falta de uso de vestimentas adequadas[25] e em condições térmicas desfavoráveis[41], quando o suor aumenta a absorção da pele. A contaminação por ingestão ocorre em situações de acidente, quando a colisão com obstáculos, normalmente a baixas

velocidades, não permite o alijamento do produto químico[30], e este entra em contato direto com o piloto agrícola[30,31,48,49]. Estes compostos, absorvidos sob qualquer via, prejudicam o desempenho neurológico de alto nível de precisão exigido para voar[27,30,42,50], prejudicando assim a segurança das operações. Tecnologias mais recentes como os produtos químicos de ultra baixo volume (ULV – *Ultra Low Volume*) parecem resolver grande parte dos problemas de contaminação[43,51]. Isto porque os compostos ULV não exigem diluição no campo, o que significa menor contato com o produto químico. Além disto, como se trata de um produto extremamente concentrado, exige equipamentos especiais com maior controle de processo.

2.3.4 Fatores informacionais e comunicacionais

Fatores informacionais e comunicacionais foram apresentados apenas como parte dos problemas presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas em dois dos estudos incluídos nesta revisão[26,28]. Na década de 60, um argumento de pilotos agrícolas experientes era de que não existiam instrumentos capazes de ajudar o piloto agrícola, caso ele não esteja intimamente familiarizado com todos os aspectos e limitações de desempenho do seu avião[26]. Como por exemplo, os instrumentos existentes informativos de velocidade do ar são relativamente insatisfatórios, visto que o piloto raramente os observa durante as manobras. Isto, devido às exigências de atenção que imperam com relação às manobras voltadas para o campo, em função da continuação do seu plano de voo. Estudos atuais não abordam estes problemas, sendo difícil constatar alguma evolução presente em estudos científicos.

Também na década de 60, acrescentava-se uma série de equipamentos de comunicação, acompanhados de diversos recursos que estavam disponíveis no mercado poderiam ser listados, sendo necessário somente a adaptação e utilização nas aeronaves agrícolas[26]. Nos tempos atuais, onde estas condições parecem ter sido parcialmente solucionadas, e um estudo mais recente analisa a comunicação entre piloto e equipe adicional de voo ou de terra, que pode ajudar o piloto a manter a vigia visual[28]. Entre as principais conclusões sobre a comunicação entre piloto e equipe de apoio, tem-se que o número de acidentes poderia ser ainda mais reduzido com uma gestão de combustível (ou controle de consumo e abastecimento) adequada em que o piloto e equipe de terra poderiam contribuir um com o outro[28]. Além disto, melhores equipamentos pessoais, incorporando equipamentos

de comunicação à distância, são apresentados como possíveis soluções, que tornariam a tarefa do piloto mais fácil e, assim, ajudariam a aliviar a fadiga[26].

2.4 DISCUSSÃO

Nesta discussão, os autores procuraram comparar os dados dos estudos incluídos nesta revisão, além de colocar suas opiniões baseadas no conhecimento do tema e do setor estudado. O objetivo disto é preencher certas lacunas temporais e permitir uma compreensão mais clara sobre a evolução das tecnologias presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas e a possível melhoria das condições de trabalho.

2.4.1 Evolução temporal dos estudos sobre os fatores humanos e a segurança e saúde ocupacional dos pilotos agrícolas

Devido à inclusão de diversos estudos, desde a década de 50, torna-se necessária uma avaliação mais detalhada sobre quais destes fatores ainda contribuem de forma importante para o comprometimento da SST dos pilotos agrícolas. Isto porque várias tecnologias surgiram durante este período (ex. Melhorias estruturais de aeronaves[38,52], ULV[43,51], etc.) e muitas situações críticas citadas em alguns estudos podem não refletir mais as condições atuais (ex. Elevada ocorrência de traumas graves[27,36], Perda de desempenho ocasionada pela exposição química[26] , etc.).

A aviação agrícola foi definida em estudo da década de 60 como a forma mais perigosa de voo, mesmo considerando os avanços tecnológicos[38], devido aos riscos presentes na realização do trabalho[26]. Neste período, iniciou-se a preocupação com os possíveis problemas relacionados à segurança e saúde ocupacional, inicialmente com a mudança nas características estruturais dos aviões militares antigos adaptados, para projetos mais específicos para o trabalho agrícola[38,52]. Isto também ficou evidenciado por estudos que tentaram levantar as características[36] e fatores de exposição[26,27] presentes no ambiente de trabalho. A partir destes dados, surgiram outros estudos dedicados a fatores de exposição específicos, como químico-ambientais[47] e acidentários[38]. No entanto, fatores operacionais[53], organizacionais e comunicacionais[27] foram somente abordados como possíveis fatores contribuintes para ocorrência de acidentes de trabalho.

A partir da década de 70, percebeu-se uma preocupação maior com outros fatores de exposição, abordando os efeitos da carga de trabalho, e condições ambientais na tentativa de explicar acidentes que até então pareciam inexplicáveis[37]. Surgiram alguns estudos sobre

fatores físico-ambientais, pouco abordados até então, principalmente quanto às condições térmicas[29,37]. Além disto, no contexto dos estudos são apresentados como fatores contribuintes para perda de desempenho dos pilotos as forças gravitacionais, vibrações e ruído[29]. Outros estudos ainda consideraram em seu contexto outros fatores como os operacionais e organizacionais[37], compreendendo principalmente a carga de trabalho e a falta repouso.

Embora a preocupação com vários fatores de exposição, e da relação entre eles com problemas de SST, a partir da década de 80, os estudos se concentraram quase que essencialmente nos fatores químico-ambientais. Estes estudos foram justificados pela vasta utilização de produtos tóxicos[30,33,40], que evoluíram de forma rápida na década de 80 para suprir as necessidades da agricultura em aplicações terrestres e aéreas[23].

Nos estudos mais recentes, a partir da década de 90, passou-se a ter uma preocupação com as atividades e atitudes que precedem o acidente[22], tentando compreender as reais causas dos acidentes. Além disto, outros fatores até então considerados apenas como contribuintes, como os informacionais e comunicacionais, foram abordados como causa raiz nestes acidentes[28]. Neste contexto, a maioria dos estudos apresentou resultados focados apenas em relação aos fatores químico-ambientais[31,39,44,45,48,51].

A falta de publicações sobre o ambiente de trabalho e a SST pôde ser observada desde a década de 60, em que a literatura médica sobre aviação não refletia a importância deste segmento da indústria da aviação civil[26]. Embora muitas tecnologias tenham surgido até os dias atuais, a aviação agrícola continua sendo a forma mais perigosa de voo, e a literatura acadêmica ainda não reflete a importância da SST destes pilotos, sendo a atividade da aviação com menos estudos publicados sobre este tema[28].

2.4.2 Relação entre fatores de exposição, segurança e saúde ocupacional

No que concerne aos fatores de exposição apontados pelos estudos, é possível depreender que apenas alguns dos fatores comunicacionais, informacionais e psicossociais podem comprometer a segurança do trabalho isoladamente, sem interferências nas condições de saúde e desempenho. Isto porque estes fatores tem como principal a falta de atenção (ou desvio de atenção), que pode causar acidentes de trabalho, seja pela dificuldade na visualização de informação[27], nas distrações criadas através de sistemas de comunicação, e problemas de ordem pessoal[22], como problemas psicossociais (remuneração, afastamento da família, etc.) que podem resultar em falhas na identificação de perigos. Além destes, os

fatores acidentários também podem ser causa direta de acidentes, e estão entre os mais notados, desde os primeiros estudos do setor, incluindo: obstáculos[27,28,36], condições de pista[28] e manutenção[38].

Com relação à saúde ocupacional, praticamente todos os fatores tratados nos estudos incluídos nesta revisão têm colaboração na evolução de problemas de saúde, que podem também comprometer a segurança do trabalho quando em exposição prolongada. Contudo, deve-se ressaltar que os fatores mais prejudiciais apontados nos estudos desta revisão são os físico-ambientais e químico-ambientais.

Para os fatores químico-ambientais, as consequências mais graves estão ligadas à contaminação, que por sua vez, pode causar: fadiga[23,24,42,53,54]; problemas respiratórios[55]; problemas cardiovasculares e termorreguladores[29]; e, déficits neurológicos e psicomotores[23,24,31,48,49]. Estes, inicialmente ocasionam perda de desempenho que se torna perigoso, considerado o alto nível de precisão exigido no trabalho de piloto agrícola[27,30,42,50] e, desta forma, podendo contribuir para ocorrência de acidentes[31,48,49]. Para os fatores físico-ambientais, as consequências mais graves descritas pelos estudos estão ligadas à exposição a altas temperaturas que, além da fadiga, podem potencializar a exposição aos agentes toxicológicos. Além destes, a exposição a ruídos, vibrações, forças gravitacionais entre outros, também contribuem para o aumento da fadiga. Embora estes fatores não estejam representados nos resultados dos estudos incluídos nesta revisão, em alguns estudos da aviação militar, como em pilotos de helicópteros[8,9] e aviões de caça[7,56], indicam que seus efeitos podem ser danosos para saúde do piloto, comprometendo o sistema osteomuscular (dores e lesões na coluna vertebral) [7–9] e a recepção de informação (ressonância do globo ocular) [56], podendo também afetar a segurança do trabalho (Perda de controle). Algumas atividades de trabalho na aviação agrícola sugerem que os pilotos possam estar expostos a intensidades semelhantes às apontadas nestes estudos militares, como por exemplo: o pouso e decolagem em pistas improvisadas, onde a presença de pequenos obstáculos como buracos e desníveis na pista podem gerar choques e vibrações.

É importante ainda considerar nos estudos sobre fatores físico-ambientais e químico-ambientais, que estes são potencializados por outros fatores incluindo: fatores acidentários (uso incorreto ou falta de EPI[38] e EPC[38,52]), que podem aumentar a exposição; fatores operacionais (ritmo de trabalho intenso[33,40,57,58]), que aumentam o tempo de exposição,

bem como os fatores organizacionais e/ou instrucionais (experiência e atitude[36,40,58]), que estão relacionados a procedimentos incorretos.

Além destes fatores, podem-se citar os fatores comunicacionais (comunicação entre membros da equipe[28]), informacionais (qualidade e visualização da informação[28]) e acidentários (obstáculos e condições de pista[33,59]), que conjuntamente podem colaborar para perda de desempenho e contribuir para ocorrência de acidentes.

2.4.3 Melhorias das condições de trabalho, soluções e respectivas restrições

Recomendações para a melhoria das condições de trabalho para os pilotos agrícolas apresentadas nos estudos apresentados nesta revisão incluem: cabines isoladas, com ar condicionado e filtros; fornecimento de líquidos em abundância[29,33]; gestão do tempo máximo diário de acordo com as condições de trabalho[33]; remoção de obstáculos, sendo que quando não houver a possibilidade de retiradas destes (como no caso das linhas de energia elétrica), realizar uma sinalização clara[33]; atribuir à equipe de apoio certas responsabilidades quanto à gestão de obstáculos, carga e combustível[28]; realização de exames periódicos pelos pilotos agrícolas[23] para prevenir de forma precoce a fadiga; e, instrução adequada (formação profissional)[26].

O isolamento da cabine, assim como o uso de ar condicionado pode impedir a entrada de produtos químicos em geral[33,60], controlar a temperatura[29] e reduzir o ruído ambiental na cabine. Se este tipo de intervenção pode criar situações ideais (exposição abaixo dos limites estabelecidos por norma), estes fatores deixam de prejudicar a saúde do piloto agrícola, e de contribuir para o aumento da fadiga. Além disto, particularmente quanto à redução da exposição ao ruído, pode possibilitar o uso de informações sonoras independentes da atenção visual do piloto agrícola[26].

A atribuição de responsabilidades para a equipe de apoio deve ser acompanhada de instrução adequada, assim como exigido para os pilotos agrícolas. As ações para gestão de horas de voo diárias requerem maior conhecimento científico para poder comparar situações diferentes e quantificar quanto aos perigos existentes em cada situação.

Apesar das várias recomendações, é necessário ainda considerar que a exposição suportada pelos pilotos agrícolas é uma soma de todos os fatores presentes no ambiente de trabalho[61]. Assim deve-se entender as relações entre os diferentes fatores de exposição.

2.5 CONCLUSÃO

Neste estudo, foi apresentada uma revisão sistemática dos estudos que abordaram os fatores de exposição presentes no ambiente de trabalho dos pilotos agrícolas, e os efeitos destes na SST. Percebeu-se a existência de poucos estudos, apesar da importância deste tema para a agricultura, para aviação agrícola e para os profissionais envolvidos.

A abrangência de estudos mais antigos demonstrou as evoluções desenvolvidas visando suprir as necessidades do setor. Mesmo assim, a literatura atual não é suficiente para caracterizar e avaliar as condições de trabalho destes profissionais, visto que na maioria dos estudos, as informações são tratadas de forma superficial. Isto se reflete nas inúmeras lacunas de pesquisa, principalmente no que diz respeito a evolução das tecnologias, aeronaves e procedimentos operacionais.

A seguir são listadas algumas lacunas (informações não consolidadas) observadas neste estudo que servem inclusive como proposta para estudos futuros: 1) Quais as intensidades de exposição aos fatores físico-ambientais que os pilotos agrícolas estão expostos, e qual a eficácia dos EPIs e EPC utilizados para atenuar esta exposição? 2) Quais os constrangimentos posturais, acionais e comunicacionais criados no uso dos equipamentos presentes na cabine das aeronaves agrícolas? 3) Que intervenções podem minimizar os efeitos do afastamento da família na SST? 4) Que intervenções podem ser feitas para atenuar os efeitos dos fatores psicossociais (afastamento da família e relacionamento entre indivíduos de diferentes funções dentro da organização do trabalho)? 5) Qual a contribuição de cada fator de exposição para o aumento da fadiga do piloto agrícola? 6) Como realizar uma gestão de tempo de trabalho diário para diferentes ambientes de trabalho (ou diferentes fatores de exposição)?

REFERENCIAS

[1] HRBA 137. **Operações Aeroagrícolas**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha137.pdf>>, 1999.

[2] FAR PART 137. **Agricultural Aircraft Operations**. . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12498558>>, 1965.

[3] GUIMARÃES, A. **Brasil possui segunda maior frota de aviação agrícola do mundo**. Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Paginas/Agencia_Noticia.aspx?n=8480>. Acesso em: 14 nov. 2012.

- [4] ATSB. **Aviation Occurrence Statistics: 2001 to 2010. Statistics.** [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.atsb.gov.au/media/2485752/ar2011020.pdf>>, 2011.
- [5] NTSB. **Review of U.S. Civil Aviation Accidents: 2007 - 2009.** . Washington DC: [s.n.], 2011.
- [6] CENIPA. **Acidentes na Aviação Civil 2001 a 2010.** . [S.l: s.n.], 2011.
- [7] AYDOG, S. T. et al. Cervical and lumbar spinal changes diagnosed in four-view radiographs of 732 military pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 75, n. 2, p. 154-157, 2004.
- [8] BALASUBRAMANIAN, V.;; DUTT, A. e RAI, S. Analysis of muscle fatigue in helicopter pilots. **Applied ergonomics**, v. 42, n. 6, p. 913-8, 2011.
- [9] KÂSIN, J. I.;; MANSFIELD, N. e WAGSTAFF, A. Whole body vibration in helicopters: risk assessment in relation to low back pain. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 82, n. 8, p. 790-6, 2011.
- [10] KÜPPER, T. E. et al. Noise exposure during ambulance flights and repatriation operations. **International journal of occupational medicine and environmental health**, v. 23, n. 4, p. 323-9, doi:10.2478/v10001-010-0036-1, 2010.
- [11] FITZPATRICK, D. T. An analysis of noise-induced hearing loss in Army helicopter pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 59, n. 10, p. 937-941, 1988.
- [12] KURONEN, P. et al. Modelling the risk of noise-induced hearing loss among military pilots. **International Journal of Audiology**, v. 43, n. 2, p. 79-84, 2004.
- [13] COOK, D.;; SACKETT, D. e SPITZER, W. Methodologic guidelines for systematic reviews of randomized control trials in health care from the Potsdam Consultation on Meta-Analysis. **J Clin Epidemiol.**, v. 48, p. 167-171, 1995.
- [14] ALDERSON, P.;; GREEN, S. e HIGGINS, J. P. T. **Cochrane Reviewers' Handbook 4.2.2.** [S.l: s.n.], 2004.
- [15] WRIGHT, R. W. et al. How to write a systematic review. **Clinical orthopaedics and related research**, v. 455, n. 455, p. 23-29, 2007.
- [16] LIBERATI, A. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **PLoS medicine**, v. 6, n. 7, p. 1-28, 2009.
- [17] MOHER, D. et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. **PLoS medicine**, v. 6, n. 7, p. 1-6, 2009.
- [18] **PubMed.** Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>>.
- [19] **ScienceDirect.** Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>.

- [20] **ISI Web of Knowledge**. Disponível em: <<http://apps.webofknowledge.com/>>.
- [21] MORAES, A. De e MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: Conceitos e aplicação**. 2a. edição ed. Rio de Janeiro: 2AB Editora Ltda, 2000. p. 136
- [22] HALL, C. Agricultural pilot safety in Australia: A survey. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 62, n. 3, p. 258-260, 1991.
- [23] GORDON, M. e HIRSCH, I. New issues in agricultural spraying in Israel. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 57, n. 6, p. 610-612, 1986.
- [24] CANTOR, K. e SILBERMAN, W. Mortality among aerial pesticide applicators and flight instructors: Follow-up from 1965-1988. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 36, n. 2, p. 239-247, 1999.
- [25] YOSHIDA, K. et al. Measurements of surface contamination of spray equipment with pesticides after various methods of application. **Journal of environmental science and health Part B Pesticides food contaminants and agricultural wastes**, v. 25, n. 2, p. 169-183, 1990.
- [26] BILLINGS, C. E. Medical and environmental problems in agricultural aviation. **Aerospace Medicine**, v. 34, n. 5, p. 406-408, 1963.
- [27] REICH, G. A. e BERNER, W. H. Aerial application accidents 1963 to 1966. An analysis of the principal factors. **Archives of Environmental Health**, v. 17, n. 5, p. 776-784, 1968.
- [28] VOOGT, A. J. DE;; UITDEWILLIGEN, S. e EREMENKO, N. Safety in high-risk helicopter operations: The role of additional crew in accident prevention. **Safety Science**, v. 47, n. 5, p. 717-721, 2009.
- [29] GRIBETZ, B. et al. Heat stress exposure of aerial spray pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 51, n. 1, p. 56-60, 1980.
- [30] QUANTICK, H. R. e PERRY, I. C. Hazards of chemicals used in agricultural aviation: a review. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 52, n. 10, p. 581-588, 1981.
- [31] CABLE, G. G. e DOHERTY, S. Acute carbamate and organochlorine toxicity causing convulsions in an agricultural pilot: A case report. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 70, n. 1, p. 68-72, 1999.
- [32] CHESTER, G. et al. Worker exposure to, and absorption of, cypermethrin during aerial application of an "ultra low volume" formulation to cotton. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 16, n. 1, p. 69-78, 1987.
- [33] RICHTER, E. et al. Exposures of aerial spray workers to parathion. **Israel journal of medical sciences**, v. 16, n. 2, p. 96-100, 1980.
- [34] BARUCH, D. Some Medical Aspects in Agricultural Flights Relating to Fatigue Among Agricultural Pilots. **Clinical Aviation and Aerospace Medicine**, p. 447-450, 1970.

- [35] TOBIAS, J. V. Cockpit noise intensity - 3 Aerial application (Crop-dusting) aircraft. **Journal of speech and hearing research**, v. 11, n. 3, p. 611-615, 1968.
- [36] RYAN, G. A. e DOUGHERTY, J. D. Epidemiology of aerial application accidents. **Aerospace medicine**, v. 40, n. 3, p. 304-309, 1969.
- [37] BARACH, D. e BARUCH, D. Some medical aspects in agricultural flights relating to fatigue among agricultural pilots. **Aerospace medicine**, v. 41, n. 4, p. 447-450, 1970.
- [38] BRUGGINK, G. M.; BARNES, A. C. e GREGG, L. W. Injury Reduction Trends in Agricultural Aviation. **Aerospace medicine**, v. 35, n. May, p. 472-475, 1964.
- [39] MINASI, L. B. et al. Cytogenetic damage in the buccal epithelium of Brazilian aviators occupationally exposed to agrochemicals. **Genetics and molecular research**, v. 10, n. 4, p. 3924-3929, 2011.
- [40] ATALLAH, Y. H.; CAHILL, W. P. e WHITACRE, D. M. Exposure of pesticide applicators and support personnel to O-ethyl O-(4-nitrophenyl) phenylphosphonothioate (EPN). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 11, n. 2, p. 219-225, 1982.
- [41] FÆREVIK, H. e REINERTSEN, R. E. Effects of wearing aircrew protective clothing on physiological and cognitive responses under various ambient conditions. **Ergonomics**, v. 46, n. 8, p. 780-799, 2010.
- [42] RICHTER, E. et al. Death and injury in aerial spraying: Pre-crash, crash, and post crash prevention strategies. **Aviation, space, and environmental medicine**, n. 4, p. 53-56, 1981.
- [43] GERRY, A. C. et al. Low pilot exposure to Pyrethrin during ultra-low-volume (ULV) aerial insecticide application for control of adult mosquitoes. **Journal of American Mosquito Control Association**, v. 21, n. 3, p. 291-295, 2005.
- [44] GORDON, M. e RICHTER, E. D. Hazards associated with aerial spraying of organophosphate insecticides in Israel. **Rev Environ Health.**, v. 9, n. 4, p. 229-238, 1991.
- [45] KNOPP, D. e GLASS, S. Biological monitoring of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid-exposed workers in agriculture and forestry. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 63, n. 5, p. 329-333, 1991.
- [46] ROAN, C. C. et al. Spontaneous abortions, stillbirths, and birth defects in families of agricultural pilots. **Archives of Environmental Health**, v. 39, n. 1, p. 56-60, 1984.
- [47] DAUGHERTY, J. W.; LACEY, D. E. e KORTY, P. Problems in aerial application .1. Some Biochemical effects of LINDANE and DIELDRIN on vertebrates. **Aerospace medicine**, v. 33, n. 10, p. 1171-1176, 1962.
- [48] DRISKELL, W. J. et al. Methomyl in the blood of a pilot who crashed during aerial spraying. **Journal of Analytical Toxicology**, v. 15, n. 6, p. 339-340, 1991.

- [49] TESTUD, F. e BOUGON, D. Intoxication sévère par un insecticide organophosphoré après accident de pulvérisation aérienne. **Archives des Maladies Professionnelles et de l'Environnement**, v. 70, n. 4, p. 465-470, 2009.
- [50] DELLINGER, J. A. e TAYLOR, H. L. Measuring the effects of neurotoxicants on flight simulator performance. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 56, n. 3, p. 254-257, 1985.
- [51] YOSHIDA, K. et al. Characteristics of applicator exposure to synthetic pyrethroid in ULV-handheld and ULV-ULA spray applications. **J Environ Sci Health B.**, v. 25, n. 2, p. 151-167, 1990.
- [52] HAVEN, H. DE. **Development of crash-survival design in personal, executive and agricultural aircraft. Crash Injury Research.** New York: Cornell University Medical College, 1953.
- [53] SMITH, P. W.;; STAVINOHA, W. B. e RYAN, L. C. Cholinesterase inhibition in relation to fitness to fly. **Aerospace Medicine**, v. 39, n. 7, p. 754-758, 1968.
- [54] MOHLER, S. R. Agriculture aviation medicine in the Soviet Union. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 51, n. 5, p. 515-517, 1980.
- [55] JONES, S. M. et al. Occupational Asthma Symptoms and Respiratory Function Among Aerial Pesticide Applicators. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 43, n. 4, p. 407-417, 2003.
- [56] SMITH, S. D. Cockpit seat and pilot helmet vibration during flight operations on aircraft carriers. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 75, n. 3, p. 247-254, 2004.
- [57] COHEN, B. et al. Sources of parathion exposures for Israeli aerial spray workers, 1977. **Pesticides monitoring journal**, v. 13, n. 3, p. 81-86, 1979.
- [58] WOOD, W. et al. Implication of organophosphate pesticide poisoning in the plane crash of a duster pilot. **Aerospace medicine**, v. 42, n. 10, p. 1111-1113, 1971.
- [59] RICE, N. et al. Unplanned releases and injuries associated with aerial application of chemicals, 1995-2002. **Journal of environmental health**, v. 68, n. 4, p. 14-18, 2005.
- [60] SAWINSKY, A. e PASZTOR, G. Study of exposure to Reglone sprayed by aircraft. **Zeitschrift fur die Gesamte Hygiene und Ihre Grenzgebiete**, v. 23, n. 11, p. 845-846, 1977.
- [61] PARSONS, K. C. Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. **Applied Ergonomics**, v. 31, n. 6, p. 581-94, 2000.
- [62] CHATURVEDI, A. K. Aerospace toxicology overview: aerial application and cabin air quality. **Rev Environ Contam Toxicol**, v. 214, p. 15-40, 2011.

- [63] CHESTER, G. et al. Worker exposure to, and absorption of, cypermethrin during aerial application of an "ultra low volume" formulation to cotton. **Archives of environmental contamination and toxicology**, v. 16, n. 1, p. 69-78, 1987.
- [64] KNARR, R. D. et al. Worker exposure during aerial application of a liquid and a granular formulation of ORDRAM selective herbicide to rice. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 14, n. 5, p. 523-527, 1985.
- [65] CHESTER, G. e WARD, R. J. Occupational exposure and drift hazard during aerial application of Paraquat to cotton. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 13, n. 5, p. 551-563, 1984.
- [66] GUPTA, S. K. et al. Health risks in ultra-low-volume (ULV) aerial spray of malathion for mosquito control. **J Environ Sci Health B.**, v. 15, n. 3, p. 287-294, 1980.
- [67] ULLMANN, L.;; PHILLIPS, J. e SACHSSE, K. Cholinesterase surveillance of aerial applicators and allied workers in the Democratic Republic of the Sudan. **Arch Environ Contam Toxicol.**, v. 8, n. 6, p. 703-712, 1979.
- [68] SMITH, P. W. C.A.R.I. aeromedical symposium. Problems in aerial application. **Aerospace medicine**, v. 34, n. 6, p. 542-544, 1963.
- [69] QUANTICK, H. R. Safety aspects of the aerial application of pesticides. **Aeronautical journal**, v. 83, n. 821, p. 175-182, 1979.
- [70] PERRY, I. T. Some aspects of agricultural aviation in Australia. **Chemistry & Industry**, n. 52, p. 1857-1858, 1969.
- [71] NORTH, J. P. e HIGHTOWER, R. D. Crop dusting injuries. **American journal of surgery**, v. 93, n. 4, p. 609-612, 1957.
- [72] SIMPSON, G. R. Aerial spraying of organic phosphate pesticides. Lowered blood cholinesterase levels of aerial spray operators at Wee Waa. **The Medical journal of Australia**, v. 1, n. 15, p. 735-736, 1973.
- [73] ROAN, C. C.;; OLDS, K. L. e MCILNAY, C. O. Pesticide Use and Pesticide Related Occupational Illness of Agricultural Pilots. **World of Agricultural Aviation**, v. 9, n. 3, p. 56-60, 1982.

APÊNDICE

Quadro 3 – Lista de artigos que foram referenciados na revisão de literatura.

Autor (Ano) [Referência]	Mecanismo de busca e algoritmo de busca.
Voogt et al. (2009) [28];	Estudos coletados nas bases de dados do mecanismo de busca online <i>Science Direct</i> , através do seguinte algoritmo de busca: (<i>title-abs-key((agricult* AND aviat*) OR("aerial application"))</i>). Este algoritmo compreende qualquer estudo que contenha em seu título, resumo ou palavras-chave as seguintes frases: “ <i>agriculture</i> ” e “ <i>aviation</i> ” ou “ <i>aerial application</i> ”.
Chutaverdi (2011) [62]; Minasi (2011) [39]; Rice et al. (2005) [59]; Gordon & Richter (1991) [44]; Hall (1991) [22]; Yoshida et al. (1990) [51]; Chester et al. (1987) [63]; Gordon & Hirsch (1986) [23]; Dellinger & Taylor (1985) [50]; Knarr et al. (1985) [64]; Chester & Ward (1984) [65]; Gupta et al. (1980) [66]; Mohler (1980) [54]; Ullmann et al. (1979) [67]; Ryan & Dougherty (1969) [36]; Reich & Berner (1968) [27]; Tobias (1968) [35]; Bruggink et al. (1964) [38]; Billings (1963) [26]; Smith (1963) [68]; Daugherty et al. (1962) [47];	Estudos coletados nas bases de dados do mecanismo de busca online NTSB (<i>PubMed</i>), através do seguinte algoritmo de busca: (<i>aviation[MeSH Terms] AND agriculture[MeSH Terms]</i>). Este algoritmo compreende qualquer estudo cadastrado nos setores de agricultura e aviação.
Gerry et al. (2005) [43]; Cable & Doherty (1999) [31]; Knopp & Glass (1991) [45]; Quantick & Perry (1981) [30]; Quantick (1979) [69]; Perry (1969) [70];	Estudos coletados nas bases de dados do mecanismo de busca <i>online ISI Web of Knowledge (Web of Science)</i> , através do seguinte algoritmo de busca: (<i>TS=((agricult* AND aviat*) OR ("aerial application"))</i>). Este algoritmo compreende qualquer estudo que contenha em seu título, resumo ou palavras-chave as seguintes frases: “ <i>agriculture</i> ” e “ <i>aviation</i> ” ou “ <i>aerial application</i> ”.
De Haven (1953) [52]; North & Hightower (1957) [71]; Baruch (1970) [34]; Wood et al. (1971) [58]; Simpson (1973) [72]; Cohen et al. (1979) [57]; Gribetz et al. (1980) [29]; Richter et al. (1980) [33]; Richter et al. (1981) [42]; Atallah et al. (1982) [40]; Roan et al. (1982) [73]; Driskell et al. (1991) [48];	Estudos coletados manualmente nas referências dos artigos encontrados através dos procedimentos de busca descritos acima, seguindo os mesmos critérios, mas aplicados somente ao título informado.

3 PERCEPÇÕES DOS PILOTOS AGRÍCOLAS SOBRE A SAÚDE E SEGURANÇA DO TRABALHO (ARTIGO 2)

AGRICULTURAL PILOTS' PERCEPTIONS ABOUT OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

RESUMO

Este estudo está apoiado na experiência dos pilotos agrícolas, como fonte de informação sobre a organização ou sistema de trabalho no qual estão inseridos, inclusive nas relações com subordinados e clientes. O objetivo é identificar os fatores de exposição capazes de influenciar a segurança e saúde ocupacional dos pilotos agrícolas, conforme sua própria perspectiva. Para isto, foram coletados dados por meio da metodologia de grupo focal com quatro profissionais da aviação agrícola. Os dados apresentados incluem as relações entre os diversos fatores de exposição e situações que foram pouco abordadas em estudos anteriores da aviação agrícola. Além disto, fica evidente que o ambiente de trabalho dos pilotos não está restrito à cabine do avião, já que as relações externas apresentadas neste estudo afetam o trabalho do piloto. Estas considerações podem auxiliar nas pesquisas sobre este tema e também podem permitir melhores condições de trabalho para os profissionais da aviação agrícola.

Palavras-chave: Fatores humanos, Aviação agrícola, Fatores de exposição.

ABSTRACT

This study is supported by the agricultural pilot's experience, as a source of information about the work system organization in which they live, including in relations with subordinates and customers. The purpose is to identify the exposure factors able to influence occupational health and safety of agricultural pilots as their own perspective. To do this, data were collected through focus group methodology with four agricultural aviation professionals. The data presented include the relationships between the various exposure factors and situations that were little addressed in previous studies of agricultural aviation. In addition, it is evident that the work environment of the pilots is not restricted to the cockpit, since external relations presented in this study affect the pilot's work. These considerations can assist in research on this study topic and can also provide better working conditions for professionals in the agricultural aviation.

Keywords: Human factors, Agricultural aviation, Exposure factors.

3.1 INTRODUÇÃO

As responsabilidades dos pilotos agrícolas podem ir além da condução da aeronave[1,2]. Dentro das qualificações necessárias para execução das tarefas, podem ser citadas como exemplo: a gestão da equipe de apoio ou muitas vezes referida como 'tripulação de solo' ou 'equipe de terra'[2]; a atuação no planejamento dos serviços, juntamente com donos de propriedades rurais, engenheiros agrônomos, e outros profissionais envolvidos[1]; e às vezes, atuando como vendedores de seus serviços[1]. Quanto à segurança, a maior parte da responsabilidade também recai sobre o piloto agrícola[3]. Por outro lado, as qualificações atribuídas aos pilotos agrícolas deixa evidente que o conhecimento desses profissionais com

relação ao seu trabalho é suficientemente rico em informações. As reais condições de trabalho dificilmente podem ser compreendidas por especialistas que não experimentaram as sensações e constrangimentos suportados pelos pilotos agrícolas, visto que ninguém melhor do que quem executa o trabalho para explicitar as reais necessidades[4]. Todo o conhecimento sobre o trabalho, além do relacionamento direto com outros profissionais envolvidos permite alcançar o objetivo deste estudo, que é ‘analisar os fatores capazes de influenciar a Saúde e Segurança do Trabalho (SST) na aviação agrícola, de acordo com a perspectiva dos profissionais envolvidos nestas operações’.

Estudos que procuraram entender as condições de trabalho, e as relações com SST, que abordaram o ‘ambiente de trabalho como um todo’, consideraram fatores acidentários[1,3,5–11], organizacionais[1,3,9–11], psicossociais[1,3], operacionais[1,5,8,9,12], físico-ambientais[1,5,8,12], químico-ambientais[1,5,8,10,12], comunicacionais[1], informacionais[1,7], naturais[1,13] e acionais[7]. Estudos recentes na aviação agrícola incluíram a preocupação com as atividades e atitudes que precedem o acidente[3], considerando também os fatores informacionais e comunicacionais como causa raiz em acidentes[2], além dos diversos estudos focados apenas nos fatores químico-ambientais[14–19].

Os resultados aqui apresentados estão fundamentados sobre o ponto de vista dos pilotos agrícolas, enquanto na discussão estes são confrontados com resultados de estudos anteriores (Artigo 1).

3.2 MÉTODO

Este é um estudo de natureza aplicada e de caráter exploratório, que busca o conhecimento dos trabalhadores sobre suas atividades, através de suas perspectivas com relação ao trabalho. O estudo foi conduzido por meio de um modelo de Discussão de Grupo Focal[20] com profissionais da aviação agrícola. O modelo utilizado incluiu as seguintes etapas: a formulação das questões de pesquisa; desenvolvimento de uma lista de verificações; o recrutamento de participantes e organização de espaço (local da entrevista); realização da entrevista e a transcrição dos dados; análise de dados; e, finalmente, um sumário dos resultados.

3.2.1 Formulação das questões de pesquisa e desenvolvimento do roteiro de entrevista

O objetivo desta etapa é guiar todo o processo de coleta de dados. Para cumprir o objetivo proposto, procurou-se responder a questão: ‘Qual a percepção dos pilotos agrícolas quanto aos fatores de exposição presentes no ambiente de trabalho e os respectivos efeitos na SST?’ A partir desta questão, foi criado um roteiro de entrevista contendo uma relação de perguntas que possam resultar em dados capazes de responder a questões de pesquisa (Quadro 4). Este roteiro parte de uma questão geral inicial para introduzir o tema e é seguido por questões específicas, conforme indicado por Wong[20]. As questões específicas incluíram os fatores de exposição apresentados em estudo anterior (Artigo 1). Com base nesta lista, foi realizada uma validação com a presença dos pesquisadores e um ex-piloto agrícola, com objetivo de identificar possíveis problemas, e criar um roteiro flexível às possíveis mudanças nos rumos da investigação[20].

3.2.2 Recrutamento dos profissionais e organização do espaço de entrevista

Em pesquisas desta natureza, os participantes são geralmente recrutados com base em sua experiência ou envolvimento relacionado com o tema de pesquisa, cujas opiniões interessam aos pesquisadores[20]. Baseado nisto, foram recrutados quatro profissionais da aviação agrícola que aceitaram a participação de forma voluntária. Este grupo foi escolhido com base em dois aspectos: 1) ser homogêneo quanto ao conhecimento, com todos os profissionais possuindo experiência como pilotos agrícolas; e 2) ser heterogêneo em termos de atuação (diferentes níveis organizacionais) para criar discussões sobre diferentes pontos-de-vista. As diferenças na atuação profissional de cada participante (Quadro 5) são de fundamental importância para esta pesquisa, cujo objetivo está ligado ao ‘ambiente de

Quadro 4 – Roteiro de entrevista utilizado pelos moderadores.

Nº	Tópico
01	Introduzir o tema de pesquisa e os objetivos do estudo aos participantes.
02	Questionar sobre as responsabilidades do piloto (fatores organizacionais).
03	Questionar sobre ritmo de trabalho e prazos (fatores operacionais).
04	Questionar sobre relacionamentos com clientes, empresários, família e órgãos de fiscalização (fatores psicossociais).
05	Questionar sobre ruído, condições térmicas, choques e vibrações (fatores físico-ambientais).
06	Questionar sobre exposição aos produtos manejados (fatores químico-ambientais).
07	Questionar sobre condições meteorológicas (fatores naturais).
08	Questionar sobre espaço da cabine e acionamentos (fatores acionais e antropométricos).
09	Questionar sobre formação e experiência (características dos pilotos)
10	Questionar sobre aeronaves de diferentes fabricantes (características das aeronaves e equipamentos).

Quadro 5 – Características individuais dos participantes do grupo focado.

Sujeito nº	Experiência adicional
Participante 1	Gestor em empresa de aplicação aérea, e instrutor de voo.
Participante 2	Experiência vivenciada na aviação comercial, como piloto e instrutor de voo.
Participante 3	N/A.
Participante 4	Fiscal da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

trabalho’, onde as informações necessárias devem contemplar o sistema de trabalho dentro da organização. Para Newman[21], a presença de profissionais envolvidos em diferentes níveis organizacionais pode melhorar as condições de trabalho, melhorando assim a função da ‘organização como um todo’. A participação ativa dos utilizadores finais e de membros de gestão contribui para o sucesso de projetos ergonômicos[22]. O pequeno grupo foi assim definido para permitir a participação adequada por todos os integrantes, proporcionando uma maior cobertura significativa do que a de uma entrevista individual[23]. A intensa experiência dos profissionais recrutados permite que, mesmo com poucas pessoas, se tenha muito para compartilhar sobre o tema com a participação de cada sujeito[24].

Para controlar o andamento da entrevista, colocando os temas que devem ser discutidos, o moderador deve ser capaz de criar uma comunicação estreita com os profissionais[21]. Para isso, foram selecionados dois moderadores para condução da entrevista, especialistas em Fatores Humanos, com conhecimento sobre a aviação agrícola criado em pesquisa bibliográfica (Artigo 1) e acompanhamento das atividades em campo. A escolha por estes profissionais permitiu compartilhar dos conhecimentos específicos sobre o trabalho que será avaliado, diante de uma visão de fatores humanos e as relações entre homem e o seu trabalho. Como local, foi escolhida uma sala de reuniões, fora do ambiente natural de trabalho dos participantes, que seguiu as indicações de Wong[20], sendo: Confortável e propícia à discussão, geograficamente conveniente para os participantes, livre de distrações externas, e com mobiliário que permite que os entrevistados possam ver e ouvir uns aos outros.

3.2.3 Realização da entrevista e transcrição dos dados

Os dados foram coletados através de uma entrevista com todo o grupo de profissionais, moderadores e pesquisadores, em ambiente neutro, para não gerar constrangimentos entre os profissionais, preservando a espontaneidade. A condução das questões seguiu o roteiro de entrevista (Quadro 4) , onde a questão inicial foi apresentada, enquanto as outras questões específicas somente foram utilizadas quando os respectivos temas

não foram abordados de forma espontânea. O áudio da entrevista foi gravado com consentimento dos participantes e posteriormente transcrito pelos pesquisadores para posterior análise. Dados como nomes citados pelos entrevistados e outras situações de quebra de anonimato foram excluídas da transcrição.

3.2.4 Análise dos dados e sumarização dos resultados

Para compreensão das relações entre os fatores de exposição e os efeitos na SST, o texto foi segmentado conforme as etapas do trabalho apresentadas pelos profissionais. Foram destacadas pelos profissionais: 1) O treinamento; 2) As operações que antecedem o trabalho; 3) A aplicação propriamente dita; 4) As relações externas que podem influenciar e/ou serem influenciadas pelas operações, períodos de afastamento do trabalho; 5) As regulamentações e exames periódicos. A partir dessas unidades de análise, foram extraídos dados qualitativos sobre os fatores de exposição (Quadro 6) apresentados em cada uma delas. Foram consideradas as atitudes, motivação e emoção representadas pelos entrevistados ao relatar os fatores de exposição. Finalmente, foram analisadas as seguintes relações: 1) Fatores de exposição versus etapa do trabalho realizada; 2) Fatores de exposição versus efeitos na SST.

Quadro 6 – Categorização dos fatores de exposição.

Grupo de análise	Fator de exposição	Descrição
01	Instrucional	Desconsideração das atividades concretas da tarefa durante o treinamento; falta de treinamentos, reciclagem e avaliações.
02	Natural	Condições meteorológicas desfavoráveis para execução do trabalho.
	Organizacional	Objetivação; responsabilidades; autonomia; participação.
03	Operacional	Ritmo de trabalho; repetitividade; monotonia; pressão por prazos de produção e controle.
04	Acidentário	Falta de dispositivos de proteção (EPI e EPC); condições de pista; condições de voo; manutenção de aeronave e equipamentos; deficiência de rotinas e equipamentos para controle de acidentes e incêndios.
05	Psicossocial	Conflitos entre indivíduos ou grupos sociais; dificuldade de comunicação ou interação interpessoal; falta de opção de descanso, alimentação, distração e lazer no ambiente de trabalho.
06	Químico-ambiental	Exposição a partículas ou elementos tóxicos e aerodispersóides.
	Físico-ambiental	Exposição ao ruído ambiental acima dos limites recomendados; exposição a vibrações acima dos limites recomendados; exposição a temperaturas acima ou abaixo dos níveis recomendados; Exposição a forças gravitacionais.
07	Informacional	Deficiência na detecção, discriminação ou identificação em instrumentos e mostradores; sinalização inadequada.
	Comunicacional	Ausência de dispositivos para comunicação à distância; ruídos na transmissão ou recepção de informações sonoras ou gestuais.
	Acional	Constrangimentos biomecânicos; dimensionamento do posto de trabalho.

3.3 RESULTADOS

Durante a introdução da entrevista, os moderadores apresentaram os objetivos do trabalho e introduziram a discussão através de uma questão geral sobre o trabalho na aviação agrícola. A partir das primeiras frases, ficou evidente a consciência dos pilotos por parte dos perigos presentes no ambiente de trabalho, quando foi apresentado o ambiente de trabalho ligado ao adjetivo 'hostil' e as situações de trabalho definidas como 'inesperadas'. Esta constatação ficou mais manifesta na seguinte descrição: — 'Todo voo tem, em minha opinião, aquela expectativa de como vai ser, porque você vai para um ambiente hostil, e tu não sabe como as coisas vão se comportar lá.' (Participante 1). No entanto, os participantes indicaram certas melhorias nos últimos anos com relação aos empresários, pilotos, aeronaves, equipamentos e equipe de apoio. Além disto, os participantes relataram a possibilidade de gerenciar os perigos, argumentada pela seguinte expressão: — 'O risco é presente, mas existe o gerenciamento, que é possível, então a prova disso é que estamos aqui, e espero que continuemos por muitos anos.' (Participante 1).

Para o sucesso do gerenciamento, é necessário compreender como os fatores de exposição se relacionam com a SST e também entre si. Assim, foram identificadas cinco principais etapas do trabalho, que incluem: 1) A preparação/treinamento; 2) As operações que antecedem a aplicação, procedimentos de segurança e decisões sobre a aplicação com a equipe de solo e fazendeiros/donos de propriedades; 3) A aplicação propriamente dita; 4) As relações externas que podem influenciar e/ou serem influenciadas pelas operações, períodos de afastamento do trabalho; 5) As regulamentações e exames periódicos. O retorno para casa, assim como o afastamento da família, estão diretamente ligados aos fatores psicossociais. O voo tem ligação forte com fatores químico-ambientais, físico-ambientais, acionais, comunicacionais e operacionais, enquanto a espera por condições de voo tem relação forte com os fatores organizacionais e naturais. A formação profissional está vinculada com os fatores instrucionais.

3.3.1 Fatores instrucionais

Os fatores instrucionais estão entre os mais importantes apresentados pelos entrevistados. Isto porque os conhecimentos obtidos nesta etapa podem repercutir nas ações dos pilotos durante toda a carreira profissional. Como principal problema, está apresentada a *desconsideração das atividades reais durante o treinamento*, que pode estar associada à falta de recursos do setor. Isto é evidente na seguinte afirmação: — 'O piloto agrícola, ele é um

técnico formado longe daquele ambiente, do local de trabalho (...) A aviação agrícola começa que já tem que deslocar da moradia dele, para um local bem distante.’ (Participante 2). O fato de o piloto ser formado nos grandes centros, oculta determinados problemas presentes no ambiente de trabalho, visto que a atuação do piloto não se restringe apenas à cabine da aeronave. Além disto, com a presença de pilotos com experiência prévia na aviação civil e comercial, ficam evidentes alguns contrastes de treinamento; entre os principais, apresentados estão: a falta de simuladores e de uma carreira progressiva. Estes foram relatados por um profissional com experiência em instrução de voo, comparando a aviação comercial e a aviação agrícola: — ‘A questão da formação básica, hoje você quer ser piloto comercial, você vai para uma empresa de aviação comercial e você vai fazer um simulador, você vai trabalhar como copiloto, futuramente você assume o comando da aeronave, um avião agrícola você faz um curso extremamente rápido (...) você não tem simulador, você não vai trabalhar de copiloto, vão te colocar direto como comandante, não tá preparado para isso.’ (Participante 1). Estes são apontados em seguida como principais fatores relacionados ao abandono da profissão: — ‘Os pilotos estão indo embora, pois preferem uma comercial, uma civil que dá mais status e tem uma formação de forma ativa, sobe de degrau em degrau.’ (Participante 2).

Além dos problemas em relação à formação dos pilotos, são apresentadas preocupações quanto à capacitação dos empresários. Estes, muitas vezes, atuam também como pilotos, entendendo melhor as necessidades e dificuldades experimentadas pelos pilotos. O reconhecimento desses problemas é feito inclusive por um empresário entrevistado: — ‘Tem pessoas extremamente incapacitadas gerenciando um avião, e não sabem nem como tratar um piloto, principalmente aqueles que não são pilotos no dia a dia (...) hoje se você for piloto, você tem que fazer tantas horas de voo, curso disso, curso daquilo, palestra, exame médico (...) para você ser um empresário, o quê que precisa para ser um empresário? (...) você vai com CPF e identidade na junta comercial e você abre uma empresa!’ (Participante 1). Essa afirmação foi relatada seguida de desabafo sobre a repercussão negativa destes problemas, que inclui uma visão de ‘falta de organização, credibilidade, e seriedade da aviação agrícola’, que afetam as empresas de forma geral (inclusive as empresas sérias). Esse desabafo foi seguido de sinais de aprovação do fato por parte dos outros membros do grupo.

3.3.2 Fatores naturais e organizacionais

Fatores naturais e organizacionais estão presentes além do voo, nas etapas que o antecedem, e não estão diretamente ligados a problemas de saúde ou acidentes. Com relação

aos fatores naturais, os participantes deixaram claro que a carga de trabalho é aumentada pelos atrasos relacionados com condições meteorológicas: — ‘Na aviação agrícola a interrupção é muito grande em razão de vento, em razão de chuva (...) às vezes está um dia maravilhoso, tu acordas de manhã e aquele ventão, tem um vizinho do lado que não pode pegar o produto, aí você não pode trabalhar, tu passa o dia inteiro com o avião parado (...) aí começa a acumular, quer dizer a tua escala desse dia passou para o outro dia e o cara do outro dia não entendeu que nesse dia tu não trabalhou, não quer saber, alguns entendem outros não!’.(Participante 1).

As principais características relacionadas aos fatores organizacionais são a responsabilidade e a autonomia. Estas são subdivididas de acordo com as funções do profissional, que pode ser um simples empregado, piloto de aeronave agrícola ou um empresário, dono de uma ou até algumas aeronaves. É preciso considerar que alguns empresários do setor também trabalham como pilotos, assumindo responsabilidades de ambas as funções. As responsabilidades do piloto, citadas pelos participantes incluem principalmente: a condução da aeronave e o monitoramento da aplicação. Com relação à condução da aeronave os participantes atestaram a necessidade de *perícia* por parte do piloto, para manter o controle em condições indicadas como *imprevistas* no seguinte depoimento: — ‘Todo voo têm, na minha opinião, aquela expectativa de como vai ser, porque você vai para um ambiente hostil, e tu não sabe como as coisas vão se comportar lá’ (Participante 1). Estas situações imprevistas podem ser o reflexo de outras características do trabalho e são descritas como fatores de exposição presentes na condução da aeronave, que incluem: a presença de obstáculos, baixas altitudes de voo, péssimas condições de pista, problemas de relacionamento, falhas de comunicação e visualização da informação, entre outras, que são explicadas com o avanço dos resultados. O monitoramento da carga foi considerado pelos participantes como sobrecarga, ou como por eles citado como ‘mais uma responsabilidade, além da condução da aeronave’ e estimado pelos pilotos como ‘grande carga de trabalho’. Parte da carga de trabalho é relacionada ao tipo de plantio, e as diferenças quanto aos cuidados necessários por parte dos pilotos (ex. deriva do produto para regiões inapropriadas e posicionamento incorreto durante a aplicação). As responsabilidades do piloto indicadas pelos participantes, quando este atua como responsável pelo serviço, incluem: a gestão das equipes de apoio, o relacionamento com engenheiros agrônomos, administradores de propriedades rurais e outros pilotos agrícolas. Estes problemas são apresentados em detalhe nos fatores psicossociais.

3.3.3 Fatores operacionais

Os principais problemas relacionados aos fatores operacionais citados pelos participantes foi a pressão por prazos e o ritmo de trabalho, sendo estes dois apresentados durante todo o processo de entrevista. Ambos foram apontados em forte relação com a sazonalidade das operações, que implica numa carga horária diária pesada em um curto espaço de tempo. Estas são sempre confrontadas com a aviação comercial: — ‘O trabalho se concentra muito num período muito curto, é diferente de você estar num voo comercial, que tem uma escala e você vai concluindo essa escala durante o ano, nós pega essa escala e comprime (...) tem que produzir rápido e bem feito.’ (Participante 1). Tais situações foram consideradas como fonte de fadiga física e mental e, além disto, podem comprometer de maneira importante certos fatores acidentários; sendo que os pilotos admitem que por causa da demanda, acabam cometendo falhas em procedimentos de segurança: — ‘Às vezes tu acorda atrasado é questão de cumprir meta e às vezes você sai correndo pra o avião e detalhes importantes tu deixa de olhar, e esses detalhes importantes podem refletir bastante na questão de segurança, pequenos detalhes como a inspeção do avião, por exemplo.’ (Participante 1).

Esta etapa da entrevista foi concluída com o reforço por parte dos entrevistados, de que falta experiência aos pilotos, para argumentar a negação de serviço, como no caso de condições meteorológicas desfavoráveis. Assim, os pilotos agrícolas iniciantes tendem a ceder a pressão por prazos. Exemplos que apresentam estas características de forma mais abrangente são: — ‘O cara tá aí com uma lavoura grande, tem um monte de responsabilidade por trás dele, tem funcionário, como vocês sabem é uma empresa, ele não quer saber se o teu avião deu pane, ou se o piloto deu dor de barriga ele quer saber que o trabalho fique pronto, hoje que amanhã vai chover, e ele tem que plantar!’ (Participante 1). Esta constatação é apoiada por outro participante, que deixa clara a falta de pessoas qualificadas para atuação na aviação agrícola: — ‘Aí vem o cliente, você já está atrasado (...) poderia ter mais avião na empresa? Poderia! mas aí cada avião depende de pilotos, técnicos, engenheiro, então não é só uma pessoa em si, aí vem os problemas porque falta todo esse tipo de gente, não tem piloto, não tem mecânico isso é muito importante, essencial na aviação agrícola.’ (Participante 2).

Em contraste com estas situações de pressão e ritmo intenso, existe a volta para casa, ao final da temporada. Isto afeta o ritmo de vida dos profissionais, apresentado como segue: — ‘Quando eu retorno da safra, você está naquela paulera, 10 horas por dia de voo, e vem para casa e vou para dentro do apartamento, aí báh e agora o que eu vou fazer (...) não consigo me administrar, me atrapalho, me enrolo com as coisas que tenho que fazer (...) não deixa de ser

stress, você vai para um ambiente, *full* trabalho, daqui a pouco zero teu trabalho.’ (Participante 3). Esta condição de mudança também está relacionada com problemas familiares que será apresentada em detalhe nos fatores psicossociais.

3.3.4 Fatores acidentários

Os principais fatores acidentários apresentados pelos participantes incluem: obstáculos, condições de pista, falhas em procedimentos de segurança, falha na inspeção e uso de EPI, bem como a falta de equipamentos de proteção coletiva (EPCs). Alguns destes estão diretamente ligados à segurança, como é o caso dos obstáculos e condições de pista, que são diferentes para cada região: — ‘Cada região que tu vai voar é uma pista diferente, só pista esburacada, vento de través, stress, preocupação.’ (Participante 3). A consideração destes, juntamente com efeitos como ‘preocupação e *stress*’, deixa evidente a relação destes fatores com a fadiga mental. Além de variarem para cada região de aplicação, determinadas características mudam durante o voo, assim como a carga. — ‘Você vai voar um avião de passageiros (...) enfim, a tua carga é o numero de passageiros e eles tão ali e vão descer contigo, um avião agrícola não! você voa com a carga e pousa sem ela.’ (Participante 1, grupo1). Esta mudança cria a necessidade de ajuste nos controles com frequência, para manter altitude, velocidade e direção. Tais dificuldades são apresentadas nos fatores acionais. Outro ponto que merece destaque é a presença de obstáculos próximos da região de manobras: — ‘Onde tu voa tem muito mato, eucalipto, a lavoura o pessoal geralmente faz na beira do mato, então o avião passa ali, pega uma tesoura de vento, uma ascendente ou descendente, tu chacoalha né.’ (Participante 3). Alguns fatores acidentários estão indiretamente ligados à problemas de saúde, como é o caso dos dispositivos de proteção e EPI. — ‘O que se deve usar (...) macacão, máscara com filtro de carvão ativado, protetor auricular, óculos e viseira do capacete’ (Participante 1). Quanto aos equipamentos de proteção coletiva, estes estão mais presentes nas aeronaves atuais, o ar condicionado, por exemplo, além da melhoria das condições térmicas, oferece vedação para controlar a exposição aos agentes alijados. — ‘O ar condicionado, ele veda bastante a cabine, diminui a exposição, além do EPI.’ (Participante 1).

Os EPIs, ao contrário dos EPCs, necessitam das habilidades dos pilotos para um controle e inspeção, que em certas condições de uso, não são capazes de fornecer a proteção necessária. — ‘Na prática, no verão, eu duvido que todos os pilotos usem macacão (...) é muito calor, e grande parte dos aviões, principalmente os aviões mais antigos não têm ar condicionado.’ (Participante 1). Outra situação apresentada deixa evidente que, no ritmo de

trabalho e na pressão por prazos, certos procedimentos como a inspeção de EPIs é prejudicada, sendo que a eficiência diminuída destes pode não ser percebida pelos pilotos.

3.3.5 Fatores psicossociais

Os principais problemas relacionados com os fatores psicossociais indicados pelos participantes incluíram: remuneração e alimentação e afastamento da família. Estes estão diretamente ligados entre si, sendo que o conjunto destas circunstâncias tem efeito sobre a fadiga mental e é crítica para ocorrência de acidentes.

Os problemas de remuneração e alimentação foram expostos em relação às empresas com pouca preparação: — ‘As empresas não se preocupam muito com o piloto, até mesmo na alimentação, vai nessas fazendas aí, é todo dia feijão, arroz e carne, feijão, arroz e carne.’ (Participante 3). Estes problemas de alimentação podem contribuir para ocorrência de acidentes: — ‘A questão de ter uma boa nutrição (...) sempre carrego uma água e um lanchinho, para não ficar muito tempo sem comer, que às vezes pode dar um apagão.’ (Participante 1). Além destes, problemas de remuneração parecem sempre presentes: — ‘Piloto sem problema de dinheiro não é piloto, é psicológico também, porque afeta totalmente a, parte psicológica (...) as empresas sempre tem os problema delas e você tem que se adaptar ao problema da empresa.’ (Participante 2).

As situações apresentadas geram mais uma ‘carga’ para os pilotos, que já suportam problemas de relacionamento, criados pelo afastamento dos familiares: — ‘A gente têm sentimentos, e esses sentimentos se transformam em raiva, pô, a minha filha tá de aniversário, eu tô longe de casa né, eu quero compensa isso aí de alguma forma, aí chega no dia 30, dia de você receber e nada e nada, no dia 28 do outro mês e nada (...) daqui a pouco tá pensando aqui, concentrado ali, a tua cabeça gira, vai lá pro aniversário da tua filha, aí tu tá vivendo aquilo e, o avião tá indo.’ (Participante 1). Além do problema da atenção, que é diretamente ligado à ocorrência de acidentes, o afastamento foi indicado como contribuinte para o uso de álcool: — ‘O uso do álcool é um problema sério na aviação agrícola (...) se afasta da família, é domingo e tu tá lá olhando pro céu, o que você vai fazer, vai fazer um churrasquinho e beber com os amigos, são poucos que dizem não, não vou entrar nessa, vou ler um livro fazer um trabalho, fazer uma faculdade sei lá.’ (Participante 1). Ao contrário disto, a aproximação por parte da família é apresentada como fator importante para prevenção de situações de perigo: — ‘A questão da família é fundamental (...) observar o comportamento (...) a questão da supervisão, então não só a empresa que supervisiona o pessoal (...) um piloto tem que estar atento (...) a

gente procurar se inteirar com o que esta acontecendo com o piloto, porque ele tem que entrar no avião bem, então esse acompanhamento da família, só que a família tem que estar preparada para isso.’ (Participante 1). Assim, foi de consenso geral entre os pilotos entrevistados que a aviação agrícola necessita mudanças em relação a este afastamento: — ‘Então eu acho que o piloto agrícola tinha que ser regional embora, a maioria dos pilotos são de Porto Alegre, aí eles têm que se deslocar para o interior.’ (Participante 2). O problema apresentado foi relacionado à existência de um número reduzido de escolas de voo preparadas para treinamento agrícola, que são localizadas em maioria no sul do Brasil.

3.3.6 Fatores físico ambientais e químico-ambientais

Os principais fatores físico-ambientais tratados pelo grupo incluíram a exposição ao ruído, as condições térmicas, os choques e as vibrações. O ruído está relacionado às condições estruturais das aeronaves, que suportam grande quantidade de produtos, que consequentemente precisam de motores potentes, geralmente com intensidade de pressão sonora acima de 100 dB(A) [25]. Problemas auditivos são apresentados como comuns em pilotos, devido à falta de uso de EPI, e principalmente associados ao ritmo de trabalho. — ‘Então o que acontece, o capacete, o abafador dele tem uma molinha, e ao longo do uso essa molinha vai perdendo pressão, e o cara não percebe, pelo stress, pela correria e tal, aí começa a entrar o barulho.’ (Participante 1). Ao contrário do ruído, as condições térmicas, são prejudicadas pelo próprio uso de EPI (fator acidentário). Como principal problema apontado, estão os choques e vibrações, ocasionados principalmente pelas condições de pista (Fatores acidentários), e potencializados pelo ritmo de trabalho: — ‘Tem dias, que conforme o tipo de trabalho, já aconteceu de fazer 80 decolagens, num período de trabalho, 80 decolagens, 80 pousos, então chega a um ponto vamos dizer que até as 50, 60, tu pousa o avião, dali pra frente o avião acostumou e ele pousa sozinho.’ (Participante 2). A afirmação apresentada é sugerida como fator de exposição potencial para a ocorrência de danos causados à saúde dos pilotos, e fica esclarecida na seguinte constatação: — ‘Tem esse problema de coluna, hérnia de disco, em 1999 eu tive a primeira crise depois a outra na safra em 2004, quando eu saí do RS eu táva voando com remédio (...) é a pista né, as condições da pista que a gente trabalha.’ (Participante 4).

O principal problema relacionado com os fatores químico-ambientais é a exposição causada pelo contato com estes produtos durante o voo, e está diretamente ligado à organização do trabalho. — ‘O piloto, não está exposto não manipula, mas tu vai fazer uma

lavoura com o vento calmo, tu dá a passada depois fica suspenso, na volta tu pega.’ (Participante 1). Fica evidente que a exposição pode ser maximizada em pequenas lavouras, onde as passadas são menores e com a utilização de passadas alternadas. É necessário considerar que cada tipo de lavoura tem vários produtos aplicados, com diferentes formulações, umas mais agressivas que as outras. Outro fator contribuinte é a falta de EPCs e EPIs, já considerada na descrição dos fatores físico-ambientais. — ‘A temperatura na cabine é em torno de 40° na cabine, às vezes chega 40°,45°, na cabine, porque não torra o cara? Porque você esta voando e entrando vento (...) você acaba pegando sim, um pouco de produto químico, você trabalha ao longo do dia e você cheira, o teu macacão tá cheirando aquele produto químico’ (Participante 1). Além da exposição em voo, existe a contaminação durante o carregamento da aeronave. — ‘Eu estava carregando a ureia (...) aí a forma de carregamento, é colocado por cima da aeronave (...) a hélice fica jogando para dentro da cabine, então tu tá fechado dentro da cabine, um calor, tu não pode abrir para não entrar grãos de veneno.’ (Participante 4).

3.3.7 Fatores informacionais, comunicacionais e acionais

Os principais fatores comunicacionais apresentados pelos participantes estão fortemente relacionados com informação recebida (fator informacional), principalmente na relação entre piloto agrícola e equipe de apoio. Parte da resolução desses problemas está no uso do Sistema de Posicionamento Global Diferencial (DGPS – *Differential Global Positioning System*), que substituiu a responsabilidade da equipe de apoio na posicionamento da aeronave sobre a lavoura (bandeirinhas). O uso do DGPS é apresentado como importante ferramenta de precisão pelos participantes deste estudo, e elimina esta comunicação entre piloto agrícola e equipe de apoio. Apesar disto, os pilotos apresentam o uso deste como um acréscimo nas responsabilidades do piloto: — ‘Alguns anos atrás, a lavoura era um retângulo, então se balizava com duas pessoas uma em cada ponta da lavoura (...) se chamava bandeirinha, então a preocupação do piloto era só localizar aqueles dois e manter a direção (...) hoje em dia com satélite, tem o DGPS, no avião, quer dizer que além do piloto pilotar e se preocupar com tudo isso, têm que alinhar o avião pelo DGPS (...) é perfeito, só que isso ai rouba da cabeça do piloto, 30% da atenção dele, daí os pilotos novos têm dificuldade de se adaptar ao sistema, porque eles têm medo de voar, e ainda têm que cuidar daquela parte ali.’ (Participante 2). Assim, o uso do DGPS resolve parte dos problemas comunicacionais, mas cria problemas de ordem informacional. Além disto, é apresentada uma forte relação com os

fatores instrucionais, quando o uso do DGPS é apresentado como dispositivo de maior dificuldade para pilotos iniciantes (ou sem experiência).

Além das responsabilidades apresentadas, relacionadas à informação e comunicação, é necessário considerar que o piloto executa vários comandos simultâneos, que incluem controle de direção, altitude e potência, e que necessitam do controle constante realizado com ambas as mãos e pés: — ‘O piloto já tem que prever quando passa na beira do mato, a meio metro de altura, ele sabe que vai encontrar um vento descendente, um redemoinho de vento que força o avião para baixo, ele tem que cortar aquele vento, mesma coisa que cortar a onda do mar, e então às vezes ele tem que dar mais motor, acelerar mais o avião (...). É que o vento muda!’ (Participante 1). — ‘O vento de cauda.’ (Participante 2), em explicação da situação apontada pelo participante 1. — ‘Tu é uma águia dentro do avião.’ (Participante 3), concordando com apontamento do participante 2, expressando a rapidez de raciocínio necessária para controlar todos os acionamentos. O uso de diversos comandos simultâneos nas situações adversas do ambiente ocasionam movimentos repetitivos, apontados pelos participantes como problema relacionado à saúde: — ‘O movimento muito repetitivo no nosso caso, eu sinto muita dor nas pernas, passo o dia inteiro nesses pedais (...)tu passa o dia inteiro pedalando, uma semana depois o joelho, eu já cheguei a, no final do dia, alguém ter que me tirar avião, porque tinha tanta dor no joelho.’ (Participante 1). — ‘Eu também não, eu já tive tendinite nas pernas, nos braços, num ano que eu fiz 25.000 hectares em três meses e 20 dias (...) às vezes dores musculares, principalmente na coluna.’ (Participante 1), expressando relações com saúde relacionadas também ao ritmo de trabalho intenso. — ‘Por causa do movimento continuo repetitivo, tem os pedais e o comando.’ (Participante 2), argumentando os problemas relatados pelo participante 1. Além dos problemas relacionados aos procedimentos comuns, existe o comprometimento da saúde devido à ocorrência de acidentes: — ‘Conheço um piloto que teve um acidente, teve uma pancada muito grande e ele teve problema de coluna.’ (Participante 1). — ‘Eu conheci um (...) ele ficou paralitico, mas 15 dias depois ele morreu acidente de avião agrícola (...) para mim ele desligou os aparelhos, não quis viver mais, ele era um cara dinâmico.’ (Participante 2), apresentando um segundo caso relacionado à problemas com acidentes. Uma grave situação de acidente, constatada pelos pilotos, que normalmente seria atribuída a fatores acidentários (manutenção), apresenta a principal causa relacionada à comunicação entre membros da equipe: — ‘Eu tive dois problemas na minha vida de piloto agrícola de falha de motor, por falta de gasolina (...) mas aconteceu o seguinte, esse avião era do outro piloto, ai eu posei com ele, o cara tava dentro do

avião carregado, disse termina essa parte para mim (...) ai eu olhei os marcadores de gasolina na asa do avião, tava com 60 litros de cada lado, eu deixei ali naquele 60 e larguei, só que tava trancado, tava vazio (...) piloto novo, e eu peguei o gato andando, fui a vítima da situação.’ (Participante 2). Tais situações deixam evidentes muitos problemas que aparentemente teriam soluções práticas como divisão das responsabilidades com equipe de apoio e treinamentos (ou reciclagens).

3.4 DISCUSSÃO

Estudos anteriores destacaram várias relações entre os fatores de exposição e problemas de segurança do trabalho, incluindo: fatores acidentários[2,10,26,27], comunicacionais[2], informacionais[10] e psicossociais[3]. Além destes, problemas de saúde ocupacional foram relacionados a fatores químico-ambientais[1,7,16,18,28–31] e físico-ambientais[32,33]. Este estudo apresentou algumas relações que ajudam a compreender a origem de parte de alguns problemas que até então foram considerados de forma superficial. Através destes dados, foram evidenciadas as relações entre os diversos fatores de exposição e a SST. Além disso, o ambiente de trabalho dos pilotos não está restrito à cabine do avião, já que as relações externas apresentadas neste estudo (fatores psicossociais, comunicacionais e informacionais) afetam o trabalho do piloto. Desde estudos das décadas de 60 e 70[1,13], já eram consideradas certas responsabilidades aos pilotos, que não a pilotagem, incluindo as relações do piloto com membros da equipe de terra e com outros profissionais como engenheiros e fazendeiros[1]. Um estudo mais recente, abordou a organização do trabalho, no que diz respeito à gestão da segurança[2], apontada como fator ligado às relações entre membros da equipe, e responsabilidades a estes designadas.

Neste estudo, ficaram evidentes que, além de todas as responsabilidades atribuídas aos pilotos agrícolas, certas relações fora do ambiente de trabalho, tem potencial para influenciar na atitude do piloto e comprometer a segurança. É o caso do relacionamento com familiares (afastamento no período de trabalho e o retorno), que pode resultar em distrações e aumento da fadiga. Para os participantes desta pesquisa, as soluções para este tipo de problema estão no treinamento, que não está limitado ao piloto agrícola, mas também à sua família, aos proprietários rurais, e outros profissionais envolvidos. Isto por causa da falta de divulgação sobre o trabalho realizado pelos pilotos agrícolas e as restrições criadas por exemplo, pelas condições meteorológicas. Parte da falta de conhecimento por parte de proprietários rurais pode estar ligada à pressão por prazos criada, que sobrecarrega os pilotos

que acabam desrespeitando as normas de segurança (manutenção preventiva, inspeção de aeronave e equipamentos). Outra constatação feita neste estudo é que certos equipamentos criados para auxiliar no trabalho dos pilotos, como o DGPS, podem ter efeitos negativos na realização do trabalho. Estudos sobre estas tecnologias[41,42], apresentam muitos benefícios na sua utilização, e que realmente vêm a ajudar, como apresentado pelos participantes. Por outro lado, os pilotos argumentam que o uso deste equipamento toma parte da atenção do piloto, que já tem diversos controles e informações para processar. Parte da solução para este paradoxo, pode estar na utilização de diferentes estímulos, não apenas visuais, como são atualmente. Por outro lado, o uso de estímulos auditivos, por exemplo, são dependentes do isolamento acústico das cabines, que também pode ser melhorado em curto prazo somente em projetos de novas aeronaves.

Com relação à saúde ocupacional, fatores já abordados em estudos anteriores, como: químico-ambientais[19,29,34–39] e físico-ambientais[1,32,33], são apresentados pelos participantes. Contudo, os participantes relacionam estes fatores com outros, que não foram abordados nos estudos anteriores, como por exemplo fatores naturais e organizacionais. O ruído, que já foi abordado[1,32], inclusive com relação à fatores acidentários, como a falta de Equipamento de Proteção Individual (EPI)[32]. O mau uso (ou até a falta de uso) destes equipamentos é apresentado com relação à exposição química[19,29,34–39]. Neste estudo, fatores operacionais anteriormente relacionados à fadiga, também aparecem relacionados aos fatores físico-ambientais e químico-ambientais, visto que o tempo de exposição é prolongado devido ao ritmo de trabalho. Além disto, certos procedimentos de segurança são esquecidos devido a pressão por prazos, como é o caso da inspeção dos EPIs, que com o passar do tempo perdem a proteção efetiva, passando despercebidos pelos pilotos que têm a atenção focada a realização rápida do trabalho. A falta de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) é citada em trabalhos anteriores como contribuintes para a exposição à fatores químico-ambientais[16,35,36,38–40] e físico-ambientais[32,33], e são apontados pelos pilotos como solução para diversos problemas. Como exemplo, a utilização de ar-condicionado, considerado neste estudo como EPC, pode resolver problemas de exposição à altas temperaturas e exposição ao ruído. Além deste, a vedação necessária para o uso do ar-condicionado, permite reduzir a exposição aos químicos utilizados. Contudo, mesmo que novas aeronaves possam estar sendo equipadas com estes dispositivos, existem ainda no mercado várias outras mais antigas que não utilizam estes recursos. Os profissionais que trabalham com estas aeronaves mais antigas, podem estar expostos a estes fatores. Outros

problemas estão relacionados a infraestrutura no local do trabalho, como por exemplo as condições de pista. Os choques criados pelas irregularidades das pistas, são apresentados pelos pilotos como problema relacionado com a ocorrência de lesões na coluna vertebral.

3.5 CONCLUSÃO

Neste estudo, foram apresentados os resultados de um grupo focal com profissionais envolvidos na aviação agrícola, através de metodologia adaptada de discussão de grupo focado, para identificar os fatores de exposição reconhecidos por estes profissionais. Além disto, foram identificadas as relações destes fatores com a SST.

Entre os principais resultados, percebeu-se a preocupação dos pilotos agrícolas com relação à saúde ocupacional, diante da exposição aos fatores físico-ambientais, químico-ambientais e acionais. Quanto aos problemas de segurança, a preocupação é maior com relação aos fatores acidentários, psicossociais, organizacionais, operacionais e instrucionais.

As relações apresentadas pelos participantes evidenciam a forte relação dos fatores operacionais e acidentários com o aumento da exposição aos fatores químico-ambientais e físico-ambientais. Além destes, fatores instrucionais estão relacionados com a atitude dos pilotos agrícolas recém formados, que se deixam influenciar pela pressão por prazos.

Estudos futuros podem aprofundar os conhecimentos sobre as condições atuais de trabalho dos pilotos agrícolas, além das relações entre os fatores de exposição apresentados neste estudo, buscando formas de reduzir os efeitos causados por estes.

REFERENCIAS

[1] BILLINGS, C. E. Medical and environmental problems in agricultural aviation. **Aerospace Medicine**, v. 34, n. 5, p. 406-408, 1963.

[2] VOOGT, A. J. DE;; UITDEWILLIGEN, S. e EREMENKO, N. Safety in high-risk helicopter operations: The role of additional crew in accident prevention. **Safety Science**, v. 47, n. 5, p. 717-721, 2009.

[3] HALL, C. Agricultural pilot safety in Australia: A survey. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 62, n. 3, p. 258-260, 1991.

[4] GUÉRIN, F. et al. **Comprendre le travail pour le transformer. La pratique de l'ergonomie**. Lyon: ANACT, 2001.

[5] GORDON, M. e HIRSCH, I. New issues in agricultural spraying in Israel. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 57, n. 6, p. 610-612, 1986.

- [6] RICHTER, E. et al. Death and injury in aerial spraying: Pre-crash, crash, and post crash prevention strategies. **Aviation, space, and environmental medicine**, n. 4, p. 53-56, 1981.
- [7] QUANTICK, H. R. Safety aspects of the aerial application of pesticides. **Aeronautical journal**, v. 83, n. 821, p. 175-182, 1979.
- [8] BARUCH, D. Some Medical Aspects in Agricultural Flights Relating to Fatigue Among Agricultural Pilots. **Clinical Aviation and Aerospace Medicine**, p. 447-450, 1970.
- [9] PERRY, I. T. Some aspects of agricultural aviation in Australia. **Chemistry & Industry**, n. 52, p. 1857-1858, 1969.
- [10] REICH, G. A. e BERNER, W. H. Aerial application accidents 1963 to 1966. An analysis of the principal factors. **Archives of Environmental Health**, v. 17, n. 5, p. 776-784, 1968.
- [11] NORTH, J. P. e HIGHTOWER, R. D. Crop dusting injuries. **American journal of surgery**, v. 93, n. 4, p. 609-612, 1957.
- [12] RICHTER E.D., G. M. H. M. G. B. Death and injury in aerial spraying: Pre-crash, crash, and post-crash prevention strategies. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 52, n. 1, p. 53-56, 1981.
- [13] BARACH, D. e BARUCH, D. Some medical aspects in agricultural flights relating to fatigue among agricultural pilots. **Aerospace medicine**, v. 41, n. 4, p. 447-450, 1970.
- [14] YOSHIDA, K. et al. Characteristics of applicator exposure to synthetic pyrethroid in ULV-handheld and ULV-ULA spray applications. **J Environ Sci Health B.**, v. 25, n. 2, p. 151-167, 1990.
- [15] KNOPP, D. e GLASS, S. Biological monitoring of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid-exposed workers in agriculture and forestry. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 63, n. 5, p. 329-333, 1991.
- [16] GORDON, M. e RICHTER, E. D. Hazards associated with aerial spraying of organophosphate insecticides in Israel. **Rev Environ Health.**, v. 9, n. 4, p. 229-238, 1991.
- [17] DRISKELL, W. J. et al. Methomyl in the blood of a pilot who crashed during aerial spraying. **Journal of Analytical Toxicology**, v. 15, n. 6, p. 339-340, 1991.
- [18] CABLE, G. G. e DOHERTY, S. Acute carbamate and organochlorine toxicity causing convulsions in an agricultural pilot: A case report. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 70, n. 1, p. 68-72, 1999.
- [19] MINASI, L. B. et al. Cytogenetic damage in the buccal epithelium of Brazilian aviators occupationally exposed to agrochemicals. **Genetics and molecular research**, v. 10, n. 4, p. 3924-3929, 2011.
- [20] WONG, L. P. Focus group discussion: a tool for health and medical research. **Singapore medical journal**, v. 49, n. 3, p. 256-60; quiz 261, 2008.

- [21] NEWMAN, L. Focus Groups. In: STANTON, N. et al. (Eds.). **Human Factors and Ergonomic Methods**. New York: CRC Press, 2005. p. 1-5.
- [22] VINK, P.;; KONINGSVELD, E. A. P. e MOLENBROEK, J. F. Positive outcomes of participatory ergonomics in terms of greater comfort and higher productivity. **Applied ergonomics**, v. 37, n. 4, p. 537-546, 2006.
- [23] MERTON, R. K.;; LOWENTHAL, M. F. e KENDALL, P. L. **The Focused Interview: A Manual of Problems and Procedures**. 2^a. ed. London: Collier MacMillan, 1990.
- [24] KRUEGER, R. A. e CASEY, M. A. **Focus Groups: A Practical Guide for Applied Research**. 4^a. ed. London: Sage publications Ltd., 2009.
- [25] FOLTZ, L. et al. Agricultural Pilot's Audiological Profile. **Intl. Arch. Otorhinolaryngol**, v. 14, n. 3, p. 322-330, 2010.
- [26] RYAN, G. A. e DOUGHERTY, J. D. Epidemiology of aerial application accidents. **Aerospace medicine**, v. 40, n. 3, p. 304-309, 1969.
- [27] BRUGGINK, G. M.;; BARNES, A. C. e GREGG, L. W. Injury Reduction Trends in Agricultural Aviation. **Aerospace medicine**, v. 35, n. May, p. 472-475, 1964.
- [28] DELLINGER, J. A. e TAYLOR, H. L. Measuring the effects of neurotoxicants on flight simulator performance. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 56, n. 3, p. 254-257, 1985.
- [29] RICE, N. et al. Unplanned releases and injuries associated with aerial application of chemicals, 1995-2002. **Journal of environmental health**, v. 68, n. 4, p. 14-18, 2005.
- [30] QUANTICK, H. R. e PERRY, I. C. Hazards of chemicals used in agricultural aviation: a review. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 52, n. 10, p. 581-588, 1981.
- [31] CHESTER, G. et al. Worker exposure to, and absorption of, cypermethrin during aerial application of an "ultra low volume" formulation to cotton. **Archives of environmental contamination and toxicology**, v. 16, n. 1, p. 69-78, 1987.
- [32] TOBIAS, J. V. Cockpit noise intensity - 3 Aerial application (Crop-dusting) aircraft. **Journal of speech and hearing research**, v. 11, n. 3, p. 611-615, 1968.
- [33] GRIBETZ, B. et al. Heat stress exposure of aerial spray pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 51, n. 1, p. 56-60, 1980.
- [34] GERRY, A. C. et al. Low pilot exposure to Pyrethrin during ultra-low-volume (ULV) aerial insecticide application for control of adult mosquitoes. **Journal of American Mosquito Control Association**, v. 21, n. 3, p. 291-295, 2005.
- [35] RICHTER, E. et al. Exposures of aerial spray workers to parathion. **Israel journal of medical sciences**, v. 16, n. 2, p. 96-100, 1980.

- [36] SMITH, P. W. C.A.R.I. aeromedical symposium. Problems in aerial application. **Aerospace medicine**, v. 34, n. 6, p. 542-544, 1963.
- [37] ULLMANN, L.;; PHILLIPS, J. e SACHSSE, K. Cholinesterase surveillance of aerial applicators and allied workers in the Democratic Republic of the Sudan. **Arch Environ Contam Toxicol.**, v. 8, n. 6, p. 703-712, 1979.
- [38] ATALLAH, Y. H.;; CAHILL, W. P. e WHITACRE, D. M. Exposure of pesticide applicators and support personnel to O-ethyl O-(4-nitrophenyl) phenylphosphonothioate (EPN). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 11, n. 2, p. 219-225, 1982.
- [39] COHEN, B. et al. Sources of parathion exposures for Israeli aerial spray workers, 1977. **Pesticides monitoring journal**, v. 13, n. 3, p. 81-86, 1979.
- [40] SIMPSON, G. R. Aerial spraying of organic phosphate pesticides. Lowered blood cholinesterase levels of aerial spray operators at Wee Waa. **The Medical journal of Australia**, v. 1, n. 15, p. 735-736, 1973.
- [41] THOMSON, S. J. e SMITH, L. A. Crop dusting using GPS. **IEEE Aerospace and electronic systems magazine**, v. 23, n. 3, p. 14-17, 2008.
- [42] LAN, Y. et al. Current status and future directions of precision aerial application for site-specific crop management in the USA. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 74, n. 1, p. 34-38, 2010.

4 EXPOSIÇÃO AO RUÍDO NA AVIAÇÃO AGRÍCOLAS (ARTIGO 3)

NOISE EXPOSURE IN AGRICULTURAL AVIATION

RESUMO

O ruído ambiental suportado pelos pilotos agrícolas pode causar efeitos indesejáveis para estes profissionais. Estes podem ser relacionados à saúde dos pilotos, como é o caso da Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR) ou na segurança do trabalho, na ocultação de sinais de alerta e aumento da fadiga. Estes efeitos dependem da intensidade sonora presente no ambiente de trabalho, assim como o tempo de exposição. Neste estudo, os níveis de ruído ambiental foram medidos em três situações, considerando diferentes aeronaves, aplicações e condições climáticas. Os níveis ruído identificados, se apresentam muito acima dos limites recomendados, mesmo para aeronaves modernas equipadas com cabines fechadas e ar condicionado. Estes resultados deixam evidente que ações adicionais são necessárias, seja na atenuação do ruído, na regulamentação do tempo de trabalho e a utilização adequada de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamentos de Proteção Coletivos (EPC), incluindo sua inspeção regular.

Palavras-chave: Fatores Humanos; Ruído; Pilotos agrícolas.

ABSTRACT

Environmental noise supported by agricultural pilots may cause undesirable effects for these professionals. These can be related to the pilots' health, such as the Noise Induced Hearing Loss (NIHL) or on work safety in concealment of warning signs and increased fatigue. These effects depend on the noise intensity present in the work environment as well as exposure time. In this study, the ambient noise levels were measured in three situations, considering different aircraft applications and weather conditions. The noise levels identified appear far above the recommended limits, even for modern aircraft equipped with closed cockpits and air conditioning. These results make clear that additional actions are necessary, whether in noise mitigation, regulation of working time and the proper use of Personal Protective Equipment (PPE) and Collective Protection Equipment (CPE), including their regular inspection.

Keywords: Human factors; Noise, Agricultural pilots.

4.1 INTRODUÇÃO

Entre os seres humanos o ruído pode ser definido como um som indesejável entre 20 Hz e 20 kHz[1] ou, em outras palavras, um som perturbador, irritante, extenuante e perigoso, capaz de influenciar o órgão da audição e outros sentidos do corpo humano[2]. O ruído ambiental envolve todo o ruído de um determinado local, independentemente da sua origem, devido a uma ou mais fontes, e, das reverberações de superfícies vizinhas.

Nas aeronaves agrícolas, o ruído principal é gerado pelo sistema de força, localizado na parte frontal da aeronave, que chega à cabine em intensidades elevadas[3], sendo transmitido para a cabine através da estrutura e fuselagem. Além destes, podem ser

considerados outros ruídos provenientes do atrito da fuselagem e outros componentes mecânicos com o ar e com o solo, bem como os de equipamentos de aplicação dos produtos.

A influência negativa do ruído para o corpo humano sob a condição de perigo ocupacional pode induzir a efeitos na saúde (efeitos fisiológicos, fisiopatológicos ou auditivos), ou funcionais (extra-otológicos, gerais ou não-auditivos)[2]. Ruídos acima de 75 dB(A) podem causar perda de concentração, impedimento de trabalho e redução de eficiência[2]. Estes efeitos podem inclusive comprometer o trabalho dos pilotos agrícolas, visto a necessidade de alto desempenho necessário para executá-lo. Os efeitos auditivos como a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR)[3], assim como perda temporária do limiar, podem ocultar certos sinais de alerta, influenciando as condições de segurança. Esta também pode ser comprometida pela impossibilidade de uso de tecnologias para apresentação de informações por estímulos auditivos, e uso de melhores equipamentos para comunicação, que são necessários para os pilotos agrícolas, que são ineficientes perante o ruído intenso das aeronaves[4].

As perdas causadas pelo ruído se desenvolvem ao longo de um período de tempo[5], e conforme apresentado em estudos anteriores (Artigo 2) a pressão por prazos e o ritmo de trabalho intenso, normais à profissão de piloto agrícola[4,6–9], ocasionando um maior período de exposição, sem tempo de recuperação para o órgão auditivo. Estes problemas são causados principalmente pelas variações das escalas, que ocorrem em função das condições meteorológicas (Artigo 2) e pela sazonalidade das operações[4]. Além disto, a falta do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e de Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC) exercem um papel importante no aumento da exposição[3]. Assim, é criado um efeito dominó, onde fatores naturais (condições meteorológicas) influem nos fatores operacionais (ritmo de trabalho e pressão por prazos), que por sua vez, juntamente com fatores acidentários (uso incorreto, ou falta de EPI e EPC) aumentam a exposição relacionada a outros problemas (ruído ambiental, condições térmicas, vibrações, etc.) (Artigo 2).

Esta visão sobre a exposição é tratada de forma superficial por alguns estudos da aviação agrícola que consideraram o ambiente de trabalho e a exposição a diversos fatores que ocorrem simultaneamente[4,6–8]. Além destes, certos estudos realizados em outros setores, constataram que a PAIR pode estar relacionada também à exposição a agentes químicos[10–13] e principalmente à atitude do piloto perante o risco (ou negligência)[14,15]. Para este estudo, o objetivo limitou-se a ‘identificar a intensidade sonora que os pilotos agrícolas recebem durante sua carga horária diária, limitado aos que atuam na cultura de

arroz', presente de forma importante no extremo sul do Brasil. A discussão deste estudo apresenta essas informações comparadas com as normas, e publicações da aviação comercial e militar.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Medição da dose de ruído

Para este estudo, foi aplicada a medição de dose de ruído, onde o equipamento faz diversas leituras em um período de tempo e gera uma projeção para uma exposição diária (8 horas). Este tipo de procedimento é necessário devido às variações de nível de ruído que o piloto suporta durante a jornada de trabalho (ou ruído intermitente). Isto porque as diferentes etapas (carregamento, abastecimento, decolagem, aplicação e aterrissagem), têm condições de exposição ao ruído ambiental diferentes, devido principalmente à diferença de potência de motor utilizada em cada uma destas.

Foram realizadas as leituras do Nível Médio de Ruído (LAV), Nível de Exposição Equivalente (L_{eq}) e Limite de exposição diária (A(8)). O LAV é o nível médio representativo da exposição ocupacional diária. O L_{eq} é o nível médio baseado na equivalência de energia. O critério de referencia que embasa o A(8) adotados para o 'ruído intermitente' corresponde a uma dose de 100% para uma exposição de '8 horas' ao nível de '85 dB(A)'. Além disto, a avaliação considera o incremento de 'duplicação da dose' ($q=3$), onde: 88 dB(A), que corresponde a $85\text{dB(A)} + q$, é igual a 200% da A(8).

4.2.2 Envolvimento dos níveis organizacionais

As empresas e pilotos foram convidados a participar da pesquisa, com objetivo de auxiliar no desenvolvimento do conhecimento científico, contribuindo assim para futuras melhorias das condições de trabalho. Estes permitiram a utilização de seus recursos e equipamentos em regime de trabalho, permitindo assim compreender as reais condições de ruído ambiental suportados pelos pilotos. Para haver total entendimento por parte dos profissionais envolvidos foi realizada uma pequena explicação dos objetivos da pesquisa e do uso dos equipamentos de medição, para não representar nenhuma espécie de constrangimento por parte dos pilotos e empresários. Para os pilotos, de forma especial, foi feito um acompanhamento das tarefas iniciais ao processo de aplicação dos produtos na lavoura, e explicado por detalhe o uso dos dispositivos no interior da cabine da aeronave. Como a

pesquisa tem por objetivo geral, a melhoria das condições de trabalho, foi estabelecido que ao menor sinal de desconforto em relação aos equipamentos, a medição seria abortada, fato que não ocorreu em nenhum dos procedimentos. Foi estabelecido, juntamente com os profissionais envolvidos, que para as pequenas lavouras, com tempo de aplicação programado para menos de 2 horas, as leituras (medição) ocorreriam durante toda a aplicação, e para aplicações em grandes lavouras, os procedimentos de medição teriam seu fim juntamente com o primeiro procedimento de reabastecimento (aproximadamente 1 hora). Desta forma, os procedimentos de medição contemplaram todas as atividades realizadas durante a aplicação, compreendendo: decolagem, aplicação, aterrissagem, carregamento e reabastecimento.

4.2.3 Equipamentos e configurações

As leituras foram registradas em três situações, diferentes quanto à aeronave utilizada, quanto aos equipamentos instalados nas aeronaves, condições de pista e condições meteorológicas. Assim, foram utilizadas: uma aeronave Embraer EB201A (Figura 4) em regime de trabalho, aplicando herbicida; uma aeronave Embraer EB202 (Figura 4), também em regime de trabalho, aplicando adubo (sólido); e, uma aeronave Embraer EB202, em regime de trabalho, aplicando herbicida. As situações se diferem principalmente quanto ao produto aplicado, sendo que a aplicação de adubo é considerada a mais prejudicial quanto às exposições de ruído ambiental devido aos constantes pousos e decolagens. Isto porque os ciclos de aplicação são extremamente curtos, o que ocasiona decolagens a cada aproximadamente 6 minutos, onde a potência máxima da aeronave é demandada e o contato com o solo é maior. Além disto, foi utilizado um sistema de carregamento mecanizado (Figura 5), onde os tempos de aeronave parada, que possibilitam o descanso do piloto são minimizados. A condição de vento, muito maior na aplicação de herbicida com a aeronave EB202, também foi considerada. Isto porque no deslocamento da aeronave da pista para a



Figura 4 – Aeronaves Embraer EB201A (Esquerda) e Embraer EB202 (Direita).

lavou, foi utilizada maior potência do motor do que o normal para velocidade de cruzeiro, devido à direção do vento. Para coleta dos dados para análise da exposição ao ruído, foi utilizado um aparelho Brüel & Kjær, modelo 4445, versão 1.05 (Número serial: 380932), equipado com microfone para medição de dose de ruído Brüel & Kjær, modelo MM 0111 (Número serial: 80048829350), montado a 10 cm do ouvido dos pilotos agrícolas (Figura 6). Foram utilizados os seguintes parâmetros, em conformidade com a norma ISO 1999:1990: nível de critério = 85dB; frequência de mensuração = 1000Hz; período projetado especificado pelo usuário = 8 horas; ponderação de média quadrática (Root Mean Square - RMS) das variações da pressão do som pela constante de tempo = A; ponderação de nível de pico (Máximo) = C; ponderação temporal rápida; faixa de medição = 70 - 140dB; e, intervalo entre medições = 1 minuto.



Figura 5 – Sistema de carregamento mecanizado.



Figura 6 – Posicionamento do microfone.

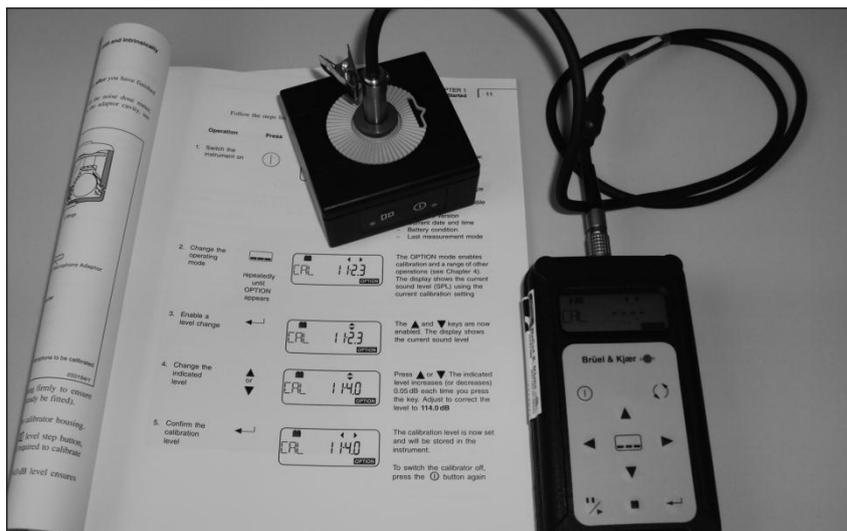


Figura 7 – Calibração do dosímetro.

Todas as medições foram realizadas após procedimento padrão de calibração de instrumento (Figura 7), utilizando um calibrador Brüel & Kjær, modelo 4231 (Número serial: 2730766), de frequência $1000\text{Hz} \pm 0,1\%$, distorção $< 1\%$, e nível de pressão sonora = $94,00\text{dB}$ ou $104,00\text{dB} \pm 0,2\text{dB}$. Os dados obtidos através das medições foram registrados após uma segunda calibração, feita após os procedimentos, com o mesmo calibrador, mesmo microfone utilizado na medição, e os mesmos parâmetros da primeira calibração, através do software Brüel & Kjær, Noise Dose Meter Link Software VP7790, versão 2.02. Além dos instrumentos de medição, foi utilizada uma filmadora Benq, modelo DV M21 (Número serial: IVR6A02478053), para registrar qual etapa do trabalho foi realizada no momento de cada marcação.

4.3 RESULTADOS

O ruído presente na cabine dos aviões agrícolas é apresentado de forma intermitente, que é caracterizado por mudanças rápidas de intensidade, que ocorrem principalmente com a diferença de potência do motor da aeronave, que é alterada de acordo com a atividade realizada. As leituras mais baixas registradas correspondem à aterrissagem e carregamento da aeronave, onde é utilizada pouca potência do motor. Já as marcações mais altas, correspondem à decolagem, onde é exigida máxima potência do motor, com a aeronave completamente carregada. Além disso, durante a decolagem, o ruído é aumentado em função das vibrações geradas pelo contato da aeronave com o solo (pode variar de acordo com as condições de pista).

De acordo com a organização do trabalho, a sequencia de etapas realizadas apresentou como duração aproximada na aplicação de adubo em lavoura de arroz com área de aplicação de ≈ 5 ha: ≈ 30 segundos (decolagem), ≈ 4 minutos (aplicação), ≈ 50 segundos (aterrissagem) e ≈ 40 s (carregamento). No caso de aplicação de herbicida em uma área de ≈ 18 ha: ≈ 40 segundos (decolagem), ≈ 17 minutos (aplicação), ≈ 50 segundos (aterrissagem) e ≈ 3 minutos (carregamento).

Durante a coleta da amostra em aplicação de herbicida, a aeronave EB201A apresentou LAV = 101,4 dB(A), variando L_{eq} de 86,8 dB(A) a 107,1 dB(A) (Figura 8) de acordo com a etapa do trabalho realizado durante as leituras. Também durante a aplicação de herbicida, a aeronave EB202 apresentou LAV = 98,5 dB(A), variando L_{eq} de 95,1 dB(A) a 114,8 dB(A) (Figura 9). Já na aplicação de adubo, para a aeronave EB202, observou-se um LAV = 97,5 dB(A), variando L_{eq} de 89,0 dB(A) a 109,6 dB(A) (Figura 10).

Considerando a A(8) recomendada pela norma ISO 1999:1990[16], os valores registrados ultrapassaram a dose em 888,12% apenas no período de medição (1:37h), ou 4391,85% para A(8), quando em operação na aeronave EB201A. Para a aeronave EB202, em aplicação de adubo, os valores de dose foram superiores a 282,40% para o período de

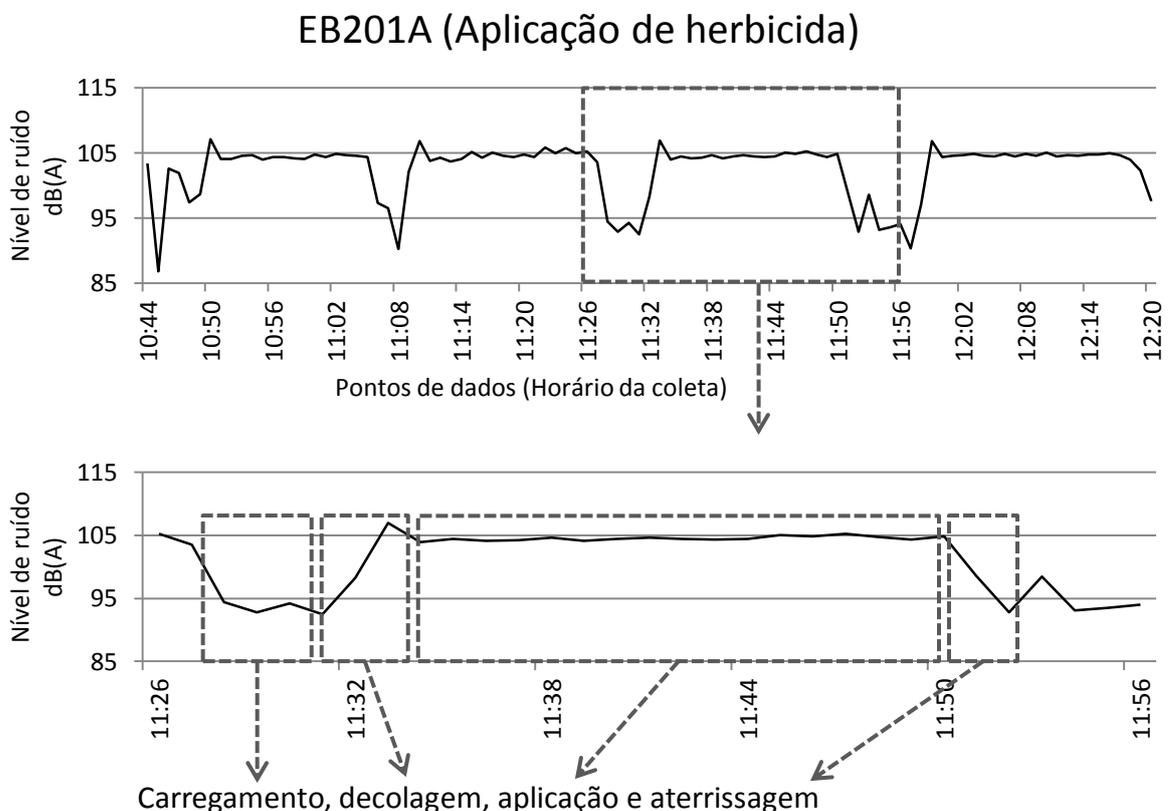


Figura 8 - Leitura de ruído em aeronave EB201A , em aplicação de herbicida.

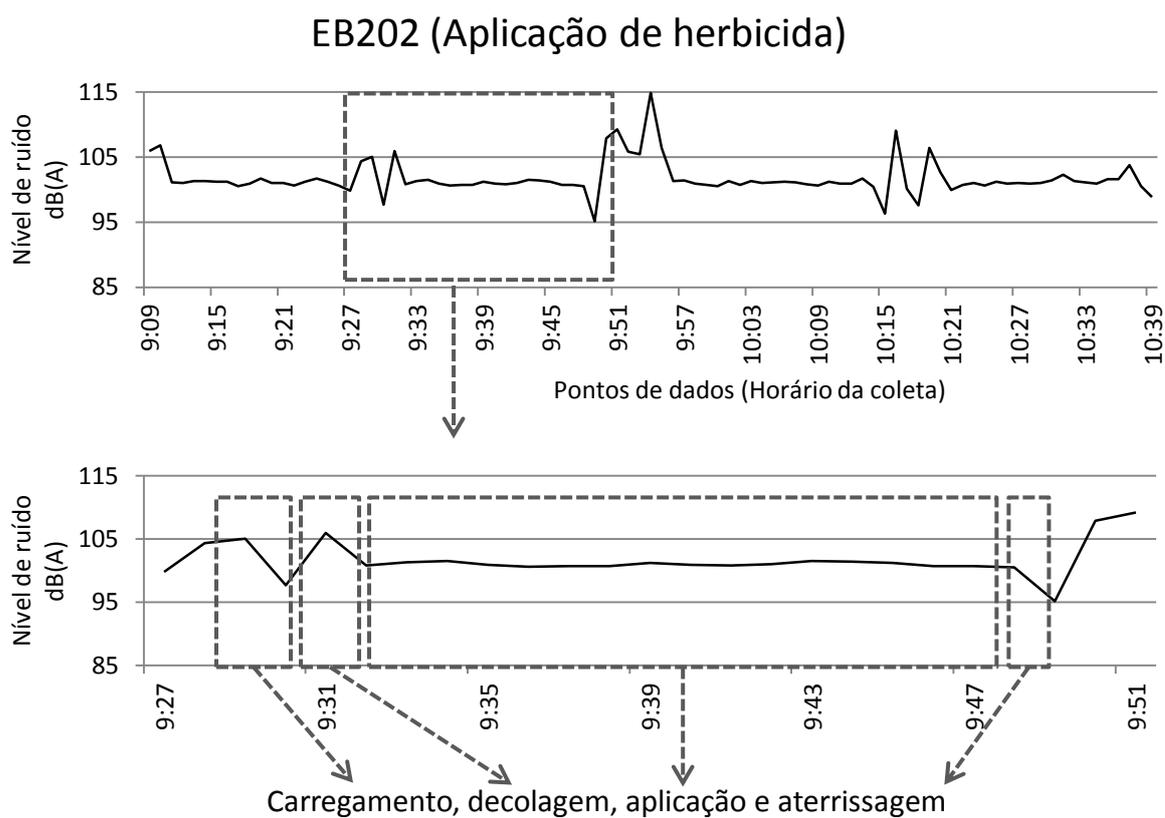


Figura 9 – Leitura de ruído em aeronave EB202 em aplicação de herbicida.

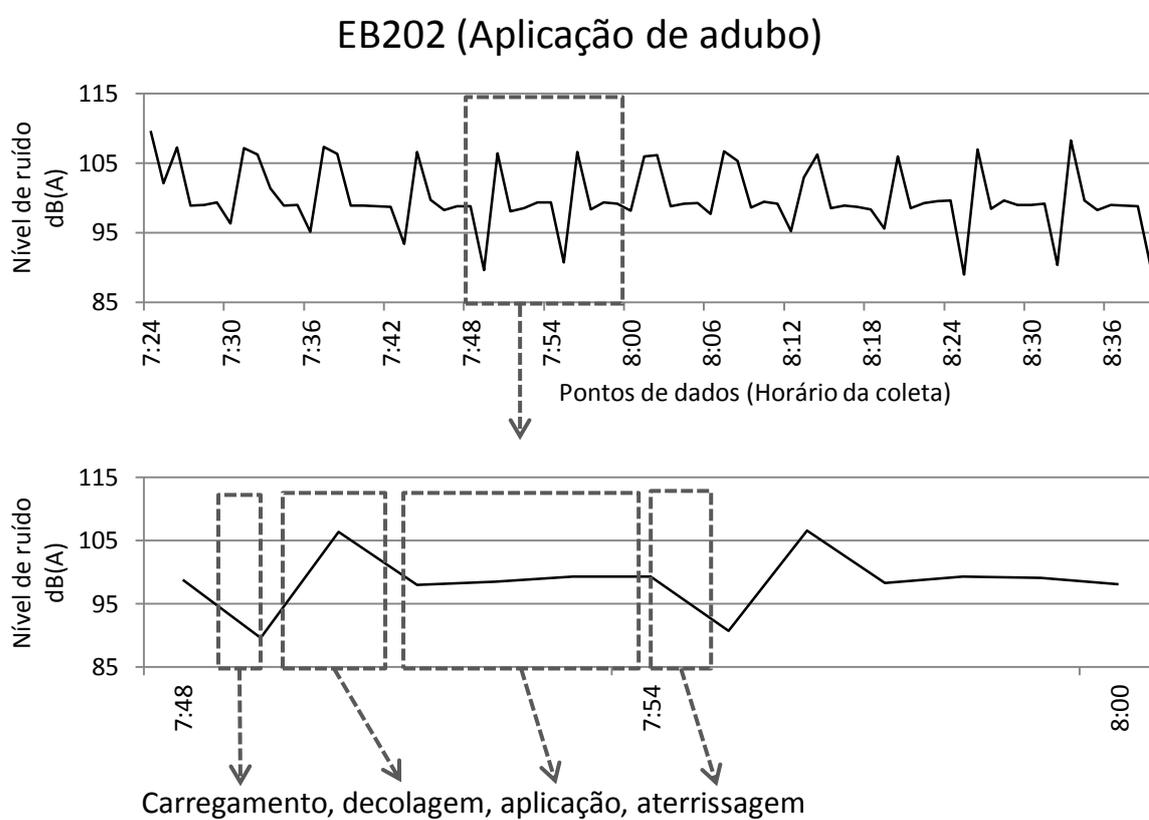


Figura 10 – Leitura de ruído em aeronave EB202 em aplicação de adubo.

Tempos de excedência

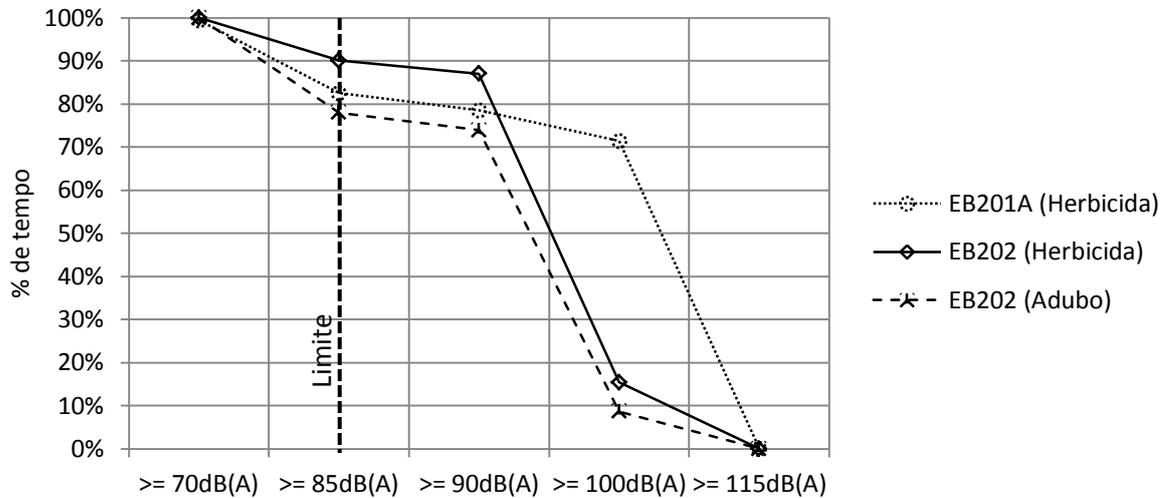


Figura 11 – Tempos de excedência na exposição ao ruído.

medição (1:16h), e 1770,78% para A(8). Na aplicação de herbicida, também com aeronave EB202, os valores registrados ultrapassaram a dose em 430,26% apenas no período de medição (1:31h), ou 2265,26% para A(8). Os dados de excedência evidenciam que as condições de exposição foram melhoradas para a aeronave EB202, se comparados em relação ao modelo anterior (Figura 11), em ruídos de mesmo nível ou superiores a 100 dB(A). Contudo, a exposição a níveis superiores a 85 dB(A) ainda representam grande parte da exposição, registrados geralmente durante a decolagem.

4.4 DISCUSSÃO

Estudos anteriores citam a aviação agrícola como uma das formas mais perigosas da aviação em geral[17], devido aos riscos presentes[4], que incluem principalmente obstáculos[18–20] e condições de pista[18], mas não apresentam dados consistentes sobre a influência do ruído. Comparado com outros estudos que mensuraram as condições de ruído, pode-se dizer que a aviação agrícola apresenta situações de exposição piores que todas as outras formas da aviação em geral. Como exemplo de tempo de exposição, pilotos agrícolas voam desde as primeiras horas do dia, fazendo até mais de 8 horas diárias em condições de ruído extremo, entre 87 dB(A) e 109 dB(A), como constatado neste estudo. Essas magnitudes são semelhantes às apresentadas em estudos sobre pilotos militares, na faixa de 80 dB(A) à 140 dB(A)[23–25] e profissionais de resgate aéreo, regularmente expostos a níveis de ruído equivalentes maiores que 85 dB(A). É necessário considerar que, em situações de resgate, a tripulação está exposta a ruídos intensos durante o trabalho no exterior da aeronave; já na

aviação agrícola, esses níveis elevados estão presentes mesmo com o isolamento da cabine. Essa situação deixa evidente que a tecnologia utilizada nos aviões agrícolas não está em conformidade para atenuar os níveis de ruído às condições adequadas para o trabalho.

As condições de pousos e decolagens frequentes fazem com que os pilotos suportem por maior período de tempo ruídos mais intensos, decorrentes de maior potência utilizada durante procedimentos de decolagem, igualmente considerado em certos estudos para pilotos de táxi aéreo[26]. Além dos fatores relacionados à organização do trabalho, outros como ritmo de trabalho intenso[6,27,28] e pressão por prazos[4,28], podem contribuir para o aumento do tempo de exposição, que é diretamente relacionado à PAIR. Fatores acidentários, que incluem a falta de dispositivos de proteção e mau uso de EPI, também podem potencializar os efeitos do ruído[4,6,18–20,28–30], porque deixam o piloto diretamente exposto ao ruído gerado pelos sistemas mecânicos. Neste contexto, o ar condicionado tem papel importante na mitigação do ruído, porque auxilia na vedação do posto de trabalho (cabine). Contudo, foi visto neste estudo que, mesmo em aeronaves mais modernas, que utilizam cabine vedada com ar condicionado, o ruído dentro da cabine ainda se apresenta acima dos limites recomendados. Assim, o uso de EPI se torna indispensável e seu uso deve ser incentivado através de treinamentos, que possibilitam o uso adequado e uma atenuação superior dos níveis de ruído presentes na cabine[31], bem como exame e acompanhamento por profissionais de medicina do trabalho[32]. Contudo, devem-se buscar práticas de mitigação do ruído na combinação de dispositivos de proteção[33], ou preferencialmente no desenvolvimento de sistemas de mitigação do ruído na fonte, permitindo aos pilotos o uso de novas tecnologias que possam inclusive diminuir a necessidade de informações visuais. Estas soluções devem considerar a aceitação dos profissionais que, em estudos anteriores, já relataram os dispositivos de proteção como incompatíveis, desconfortáveis, e como um impedimento para a comunicação (Artigo 2)[34]. Como já sugerido nestes estudos, a utilização do conhecimento dos profissionais envolvidos parece ser uma alternativa mais adequada para futuros projetos, seja no desenvolvimento de produtos e tecnologia, bem como em estratégias de acompanhamento e controle.

4.5 CONCLUSÃO

Com os níveis de ruído apresentados neste estudo, mesmo com a presença de EPC (ar condicionado e vedação de cabine) fica evidente a necessidade de uso de EPI, para garantir a integridade da audição dos pilotos. Além do uso destes equipamentos, torna-se

indispensável criar uma cultura de inspeção de EPIs e EPCs por parte dos pilotos, além da utilização adequada destes equipamentos. Contudo, deve-se entender que o uso destes, não deve ser visto com solução para o problema, e sim como uma ação provisória, até que se encontrem formas de reduzir o ruído na sua fonte, ou bloquear o caminho de transmissão do som com a melhoria de projetos das aeronaves.

BIBLIOGRAFIA

- [1] SCHOOL, P. J. Noise at work. In: KARWOLWSKI, W. (Ed.). **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**2. London: Taylor & Francis, 2001. p. 1029-1032.
- [2] ENGEL, Z. et al. Noise: Definitions. In: KARWOLWSKI, W. (Ed.). **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. London: Taylor & Francis, 2001. p. 1033-1046.
- [3] FOLTZ, L. et al. Agricultural Pilot's Audiological Profile. **Intl. Arch. Otorhinolaryngol**, v. 14, n. 3, p. 322-330, 2010.
- [4] BILLINGS, C. E. Medical and environmental problems in agricultural aviation. **Aerospace Medicine**, v. 34, n. 5, p. 406-408, 1963.
- [5] GUIMARÃES, L. B. M.; SATTTLER, M. A. e AMARAL, F. G. Ambiente de trabalho. In: GUIMARÃES, L. B. M. (Ed.). **Ergonomia de processo**. 5. ed. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2004. p. 1 - 56.
- [6] GORDON, M. e HIRSCH, I. New issues in agricultural spraying in Israel. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 57, n. 6, p. 610-612, 1986.
- [7] RICHTER, E. et al. Death and injury in aerial spraying: Pre-crash, crash, and post crash prevention strategies. **Aviation, space, and environmental medicine**, n. 4, p. 53-56, 1981.
- [8] BARUCH, D. Some Medical Aspects in Agricultural Flights Relating to Fatigue Among Agricultural Pilots. **Clinical Aviation and Aerospace Medicine**, p. 447-450, 1970.
- [9] PERRY, I. T. Some aspects of agricultural aviation in Australia. **Chemistry & Industry**, n. 52, p. 1857-1858, 1969.
- [10] METWALLY, F. M. et al. Effect of combined occupational exposure to noise and organic solvents on hearing. **Toxicology and industrial health**, v. 28, n. 10, p. 901-7, doi:10.1177/0748233711427051, 2012.
- [11] SLIWINSKA-KOWALSKA, M. et al. Hearing loss among workers exposed to moderate concentrations of solvents. **Scandinavian journal of work, environment & health**, v. 27, n. 5, p. 335-42, 2001.

- [12] MORATA, T. C.;; DUNN, D. E. e SIEBER, W. K. Occupational exposure to noise and ototoxic organic solvents. **Archives of environmental health**, v. 49, n. 5, p. 359-65, doi:10.1080/00039896.1994.9954988, [S.d.].
- [13] SLIWINSKA-KOWALSKA, M. Exposure to organic solvent mixture and hearing loss: literature overview. **International journal of occupational medicine and environmental health**, v. 20, n. 4, p. 309-14, 2007.
- [14] CONWAY, G. A. et al. Flight safety in Alaska: comparing attitudes and practices of high- and low-risk air carriers. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 76, n. 1, p. 52-7, 2005.
- [15] CONWAY, G. A. et al. Alaska air carrier operator and pilot safety practices and attitudes: a statewide survey. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 75, n. 11, p. 984-91, 2004.
- [16] ISO. **ISO 1999:1990 Acoustics -- Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment**. . [S.l: s.n.], 1990.
- [17] BRUGGINK, G. M.;; BARNES, A. C. e GREGG, L. W. Injury Reduction Trends in Agricultural Aviation. **Aerospace medicine**, v. 35, n. May, p. 472-475, 1964.
- [18] VOOGT, A. J. DE;; UITDEWILLIGEN, S. e EREMENKO, N. Safety in high-risk helicopter operations: The role of additional crew in accident prevention. **Safety Science**, v. 47, n. 5, p. 717-721, 2009.
- [19] RYAN, G. A. e DOUGHERTY, J. D. Epidemiology of aerial application accidents. **Aerospace medicine**, v. 40, n. 3, p. 304-309, 1969.
- [20] REICH, G. A. e BERNER, W. H. Aerial application accidents 1963 to 1966. An analysis of the principal factors. **Archives of Environmental Health**, v. 17, n. 5, p. 776-784, 1968.
- [21] MØLLER, A. R. Occupational noise as a health hazard: physiological viewpoint. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**, v. 3, n. 2, p. 73-79, 1977.
- [22] WILKINS, P. A. e ACTON, W. I. Noise and accidents - A Review. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 25, n. 3, p. 249-260, 1982.
- [23] KURONEN, P. et al. Modelling the risk of noise-induced hearing loss among military pilots. **International Journal of Audiology**, v. 43, n. 2, p. 79-84, 2004.
- [24] BÜYÜKCAKIR, C. Hearing loss in Turkish aviators. **Military Medicine**, v. 170, p. 572-576, 2005.
- [25] LI, G. et al. Age, Flight Experience, and Risk of Crash Involvement in a Cohort of Professional Pilots. **American Journal of Epidemiology**, v. 157, n. 10, p. 874-880, 2003.
- [26] QIANG, Y. et al. Hearing Deficit in a Birth Cohort of U.S. Male Commuter Air Carrier and Air Taxi Pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 79, n. 11, p. 1051-1055, doi:10.3357/ASEM.2325.2008, 2008.

- [27] CANTOR, K. e SILBERMAN, W. Mortality among aerial pesticide applicators and flight instructors: Follow-up from 1965-1988. **American Journal of Industrial Medicine**, v. 36, n. 2, p. 239-247, 1999.
- [28] HALL, C. Agricultural pilot safety in Australia: A survey. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 62, n. 3, p. 258-260, 1991.
- [29] BARACH, D. e BARUCH, D. Some medical aspects in agricultural flights relating to fatigue among agricultural pilots. **Aerospace medicine**, v. 41, n. 4, p. 447-450, 1970.
- [30] RICHTER, E. et al. Exposures of aerial spray workers to parathion. **Israel journal of medical sciences**, v. 16, n. 2, p. 96-100, 1980.
- [31] TOIVONEN, M. Noise Attenuation and Proper Insertion of Earplugs into Ear Canals. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 46, n. 6, p. 527-530, doi:10.1093/annhyg/mef065, 2002.
- [32] KÜPPER, T. E. et al. Noise exposure during ambulance flights and repatriation operations. **International journal of occupational medicine and environmental health**, v. 23, n. 4, p. 323-9, doi:10.2478/v10001-010-0036-1, 2010.
- [33] FITZPATRICK, D. T. An analysis of noise-induced hearing loss in Army helicopter pilots. **Aviation, Space, and Environmental Medicine**, v. 59, n. 10, p. 937-941, 1988.
- [34] ABEL, S. M. Hearing loss in military aviation and other trades: investigation of prevalence and risk factors. **Aviation space and environmental medicine**, v. 76, n. 12, p. 1128-1135, 2005.

5 EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA (ARTIGO 4)

EXPOSURE TO WHOLE-BODY VIBRATION IN AGRICULTURAL AVIATION

RESUMO

A vibração suportada pelos pilotos agrícolas durante suas atividades pode causar efeitos indesejáveis para estes profissionais. Estes podem ser relacionados à saúde dos pilotos, como na ocorrência de lombalgia e doenças degenerativas na coluna, bem como o comprometimento da segurança, devido a problemas visuais, interferências neuromusculares, no sistema nervoso central, mudança de desempenho, etc. Estes efeitos são função da frequência, amplitude e tempo de exposição. Por isso, certos fatores como ritmo de trabalho podem contribuir para o aumento da exposição. Neste estudo, a Vibração de Corpo Inteiro (VCI) foi medida em três situações, considerando diferentes aeronaves, aplicações e condições climáticas. As exposições diárias à VCI calculadas com os dados obtidos pelas medições estão muito acima dos Valores de Exposição Limite apresentados pela norma ISO 2631-5:2004. Assim, tornam-se necessárias ações para atenuar a exposição à VCI. Como é praticamente impossível remover as fontes da VCI, pode ser necessário o isolamento do piloto, através da interface principal de transmissão (assento e encosto).

Palavras-chave: Fatores humanos, pilotos agrícolas, saúde e segurança do trabalho.

ABSTRACT

The vibration supported by agricultural pilots during their activities may cause undesirable effects for these professionals. These can be related to the pilots' health as the occurrence of low back pain and degenerative diseases of the spine, as well as compromising the security problems due to visual interference, neuromuscular system, central nervous system, change of performance, and so on. These effects are the result of frequency, amplitude and duration of exposure. Therefore, certain factors such as rate of work can contribute to increasing exposure. In this study, Whole Body Vibration (WBV) was measured in three situations, considering different aircraft, applications and weather conditions. The daily exposure to WBV is well above the Exposure Limit Values presented by ISO 2631-5:2004. Thus, actions become necessary to reduce WBV exposure. As it is virtually impossible to remove the WBV sources, it may be necessary to isolate the pilot through the main transmission interface (back and seat).

Keywords: Human factors, agricultural pilots, occupational health and safety.

5.1 INTRODUÇÃO

A vibração de um sistema envolve a transferência de energia alternada entre as suas formas potencial e cinética[1]. A exposição às vibrações representa um prejuízo e um risco elevado no meio profissional, podendo influenciar na Saúde e Segurança do Trabalho (SST) das pessoas expostas[2–4]. Países como a Bélgica, França, Alemanha, Holanda e Itália reconhecem este tipo de exposição como sendo relacionada a doenças ocupacionais[5,6].

Na aviação agrícola, a atuação do profissional exposto às vibrações oriundas do motor e das operações de pouso e decolagem, com o piloto sentado durante todo o período de trabalho, ocasiona sua exposição a Vibração de Corpo Inteiro (VCI). Estas ocorrem quando a massa do corpo está apoiada sobre uma superfície vibrante[3]. Efeitos na saúde compreendem principalmente lombalgias[7–13] e degeneração das vértebras lombares[7,9], podendo também ter efeitos nos sistemas: circulatório, gástrico e auditivo-vestibular[8]. Tais constatações encontram suporte em certas condições de operação em pistas improvisadas, com superfícies irregulares que podem causar choques; estes definidos como excitações não periódicas caracterizadas pela rapidez e severidade, podendo causar efeitos traumáticos sobre a coluna vertebral e massa encefálica[2].

Em relação à segurança do trabalho, a VCI pode causar dificuldades no controle de veículos[2,14], devido à ressonância associada a algumas faixas de frequência[7,14]. As frequências que afetam os sistemas vestibular e visual podem causar dificuldades de orientação e recepção de informações visuais[10,15,16], de fundamental importância para os pilotos agrícolas. Além disso, a VCI pode estar relacionada a outros problemas psicológicos[8,14,17], que causam principalmente a perda de atenção (ou concentração) por parte do piloto.

Os principais fatores que se combinam para determinar a aceitabilidade de exposição à VCI e sugere os possíveis efeitos são descritos pela norma ISO 2631-5:2004[18], reconhecendo as grandes variações nas respostas entre os indivíduos. A norma também evidencia como os efeitos da vibração no corpo humano são dependentes da frequência, amplitude e período de exposição, porém, também é importante considerar os fatores operacionais descritos em estudos anteriores (Artigos 1 e 2).

Diversos estudos têm apresentado as condições de exposição a VCI entre outros profissionais, que servem como base para descrever o problema, incluindo: maquinistas de trem[13,19], condutores de empilhadeiras[13,20], condutores de caminhões[5] e condutores de máquinas agrícolas[13,21]. Na aviação em geral, foram publicados artigos sobre VCI em pilotos de helicóptero[22–27] e de aviões de caça[27,28]. No entanto, estudos dedicados aos profissionais da aviação agrícola fizeram apenas citações em que a vibração é vista como possível fator contribuinte para aumento da fadiga[29] e ocorrência de acidentes[30]. Na aviação agrícola a VCI pode ser gerada pelos sistemas de força da aeronave (frequência constante), assim como os movimentos criados pelos comandos, contato com o solo e condições meteorológicas, estes últimos de frequência aleatória. As forças podem ser

transmitidas de suas fontes (motor, carenagens, trem de pouso, etc.) para o piloto através da estrutura da aeronave[17], normalmente feita de tubos de aço carbono, tendo o assento e o encosto como interface principal[2].

Considerando o pequeno número de publicações sobre a exposição à VCI em pilotos da aviação agrícola, bem como a importância apresentada até aqui na relação da exposição com a saúde e segurança destes profissionais, este artigo objetiva analisar a exposição diária dos pilotos à VCI em situações reais de trabalho.

5.2 MATERIAIS E MÉTODOS

5.2.1 Envolvimento dos níveis organizacionais

A primeira etapa para o desenvolvimento deste estudo foi o contato com empresas e pilotos, que se dispuseram a participar na pesquisa de forma voluntária, com objetivo de auxiliar no desenvolvimento do conhecimento científico, e assim, contribuindo para futuras melhorias quanto à SST. Estes permitiram a utilização de seus recursos e equipamentos em ‘regime de trabalho’, permitindo assim compreender as reais condições de ruído ambiental suportados pelos pilotos. Para não representar nenhuma espécie de constrangimento por parte dos pilotos e empresários foi realizada uma explicação dos objetivos da pesquisa, assim como os procedimentos de uso dos equipamentos de medição. Para os pilotos, de forma especial, foi feito um acompanhamento no início das atividades de aplicação dos produtos na lavoura, e explicado por detalhe o uso dos dispositivos no interior da cabine da aeronave. Como a pesquisa tem por objetivo geral, a melhoria das condições de trabalho, foi estabelecido que ao menor sinal de desconforto em relação aos equipamentos, a medição seria abortada (fato que não ocorreu em nenhum dos procedimentos). Foi estabelecido juntamente com os profissionais envolvidos que, para pequenas lavouras, com tempo de aplicação programado para menos de 2 horas, a medição ocorreria durante toda a aplicação, e para aplicações em grandes lavouras, os procedimentos de medição teriam seu fim juntamente com o primeiro procedimento de reabastecimento (aproximadamente 1 hora). Desta forma, os procedimentos de medição contemplaram todas as atividades realizadas: abastecimento, carregamento, decolagem, aplicação de herbicida ou adubo e aterrissagem.

5.2.2 Equipamentos e configurações

As medições foram registradas em três situações, diferentes quanto à aeronave utilizada, aos equipamentos instalados na aeronave e as condições de vento. Assim, foram utilizadas: uma aeronave Embraer EB201A em regime de trabalho, aplicando herbicida; uma aeronave Embraer EB202, também em regime de trabalho, aplicando adubo (sólido); e, uma aeronave Embraer EB202, em regime de trabalho, aplicando herbicida. As situações se diferem principalmente quanto ao produto aplicado, isto porque os ciclos de aplicação são diferenciados.

Para a coleta dos dados para análise da exposição à VCI, foi utilizado um aparelho Brüel & Kjær, modelo 4447, versão de hardware 1.5, versão de firmware 3.0.1 (Número serial: 610595), equipado com Seat Pad Brüel & Kjær modelo 4515-B-002 (Número serial: 2631984) com acelerômetro triaxial Brüel & Kjær modelo 4524-B-001 (Número serial: 33326), montado na base do assento das aeronaves (Figura 12). Foram utilizados os seguintes parâmetros, em conformidade com a norma ISO 2631-5:2004[18]: critério para valor da vibração em termos de aceleração (RMS) = $0,5\text{m/s}^2$; período projetado (especificado pelo usuário) = 8 horas; Unidade = m/s^2 ; faixa de frequência = 0,25 Hz – 900 Hz; faixa de operação = $0,1\text{ m/s}^2 - 320\text{ m/s}^2 \pm 0,01\text{ m/s}^2$; e, intervalo entre medições = 1 segundo. Todas as medições foram realizadas após procedimento padrão de calibração de instrumento (Figura 13) , utilizando um calibrador Brüel & Kjær, modelo 4294 (Número serial: 2628958), de



Figura 12 - Seat Pad Brüel & Kjær, instalado na interface de medição.



Figura 13 – Acelerômetro triaxial e calibrador.

frequência 159,2 Hz. Os dados obtidos através das medições foram registrados após uma segunda calibração, feita após os procedimentos, com o mesmo calibrador e acelerômetro utilizado na medição, e os mesmos parâmetros da primeira calibração, através do software Brüel & Kjær, modelo BZ-5623 4447 Vibration Explorer Software, versão 2.0.0.

5.3 RESULTADOS

A vibração presente na cabine dos aviões agrícolas é apresentada de forma variável, devido às diferentes etapas inerentes ao trabalho, se caracterizando por mudanças rápidas e repentinas da aceleração que ocorrem, principalmente ao contato da aeronave com o solo. Estas condições variam muito, já que o trabalho é realizado em diferentes pistas, além da utilizada na base de operações. Estas pistas são aproximadas ao máximo dos campos de aplicação, principalmente para reduzir o tempo necessário de deslocamento da aeronave.

De acordo com a organização do trabalho, a sequencia de etapas realizadas durante o trabalho dos pilotos apresentou como duração aproximada na aplicação de adubo em lavoura de arroz com área de aplicação de 5 ha: 30 segundos (decolagem), 4 minutos (aplicação) e 50 segundos (aterrissagem) e 40 s (carregamento). No caso de aplicação de herbicida em uma área de 18 ha: 40 segundos (decolagem), 17 minutos (aplicação) e 50 segundos (aterrissagem) e 3 minutos (carregamento).

EB201A em aplicação de herbicida

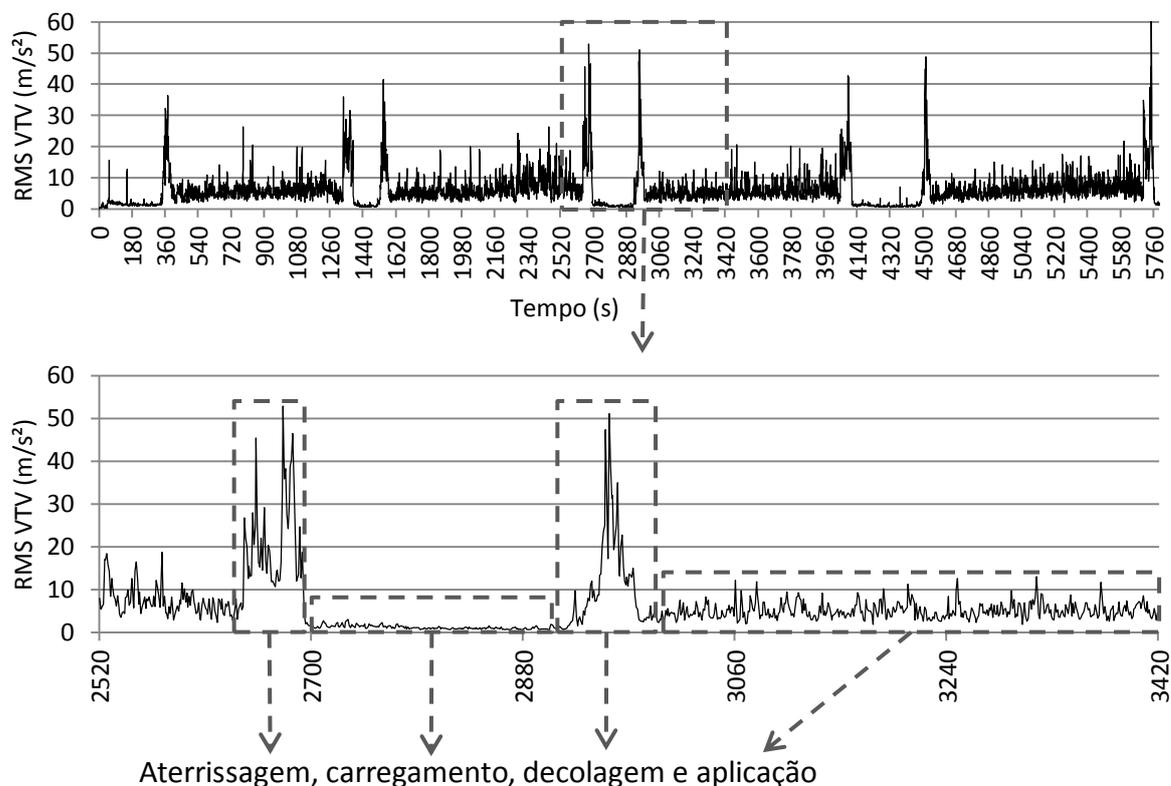


Figura 14 – VCI em aeronave EB201A na aplicação de herbicida.

A coleta das amostras permitiu identificar o Valor da Dose de Vibração, medido em Root Mean Square (RMS VDV), Nível de pico máximo (Peak) e Valor da exposição diária à VCI para 8 horas de trabalho (A(8)). Para a aplicação de herbicida, a aeronave EB201A (amostra = 01:36:41, n = 5792), teve RMS VDV = 8,053 m/s² (Figura 14), com Peak = 141,490 m/s². Também em aplicação de herbicida, a aeronave EB202 (amostra = 01:31:40, n = 5493), teve RMS VDV = 11,098 m/s² (Figura 16) e Peak = 96,774. A aeronave EB202 em aplicação de adubo (amostra = 01:17:11, n = 4624), teve RMS VDV = 9,470 (Figura 15) e Peak = 120,277. As marcações mais altas registradas para cada procedimento correspondem à decolagem e aterrissagem, onde há o contato com o solo, e os choques são constantes devido às irregularidades da pista. Já as marcações mais baixas, correspondem à aeronave parada em solo, durante procedimentos de carregamento e abastecimento, onde a potência do motor é a mais baixa utilizada. Para as três amostras, A(8) foi comparada com os Valores de Exposição de Ação (EAV) e Valores de Exposição Limite (ELV), conforme recomendado pela norma (Figura 17). O EAV indica o nível de vibração em que alguma ação deve ser tomada para reduzir a exposição (para VCI, EAV = 0,5m/s²), enquanto o ELV define o nível de exposição a vibração que não deve ser ultrapassado em um único dia, que tem potencial para causar

EB202 em aplicação de adubo

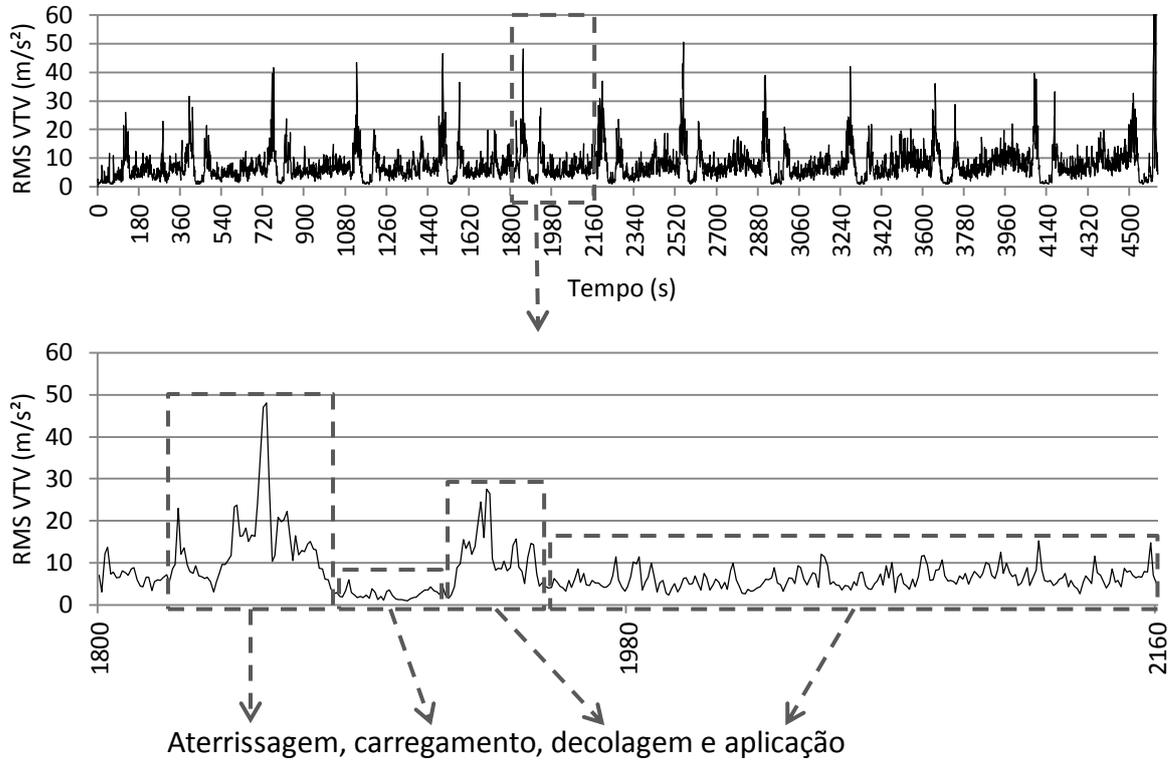


Figura 15 – VCI em aeronave EB202 na aplicação de adubo.

EB202 em aplicação de herbicida

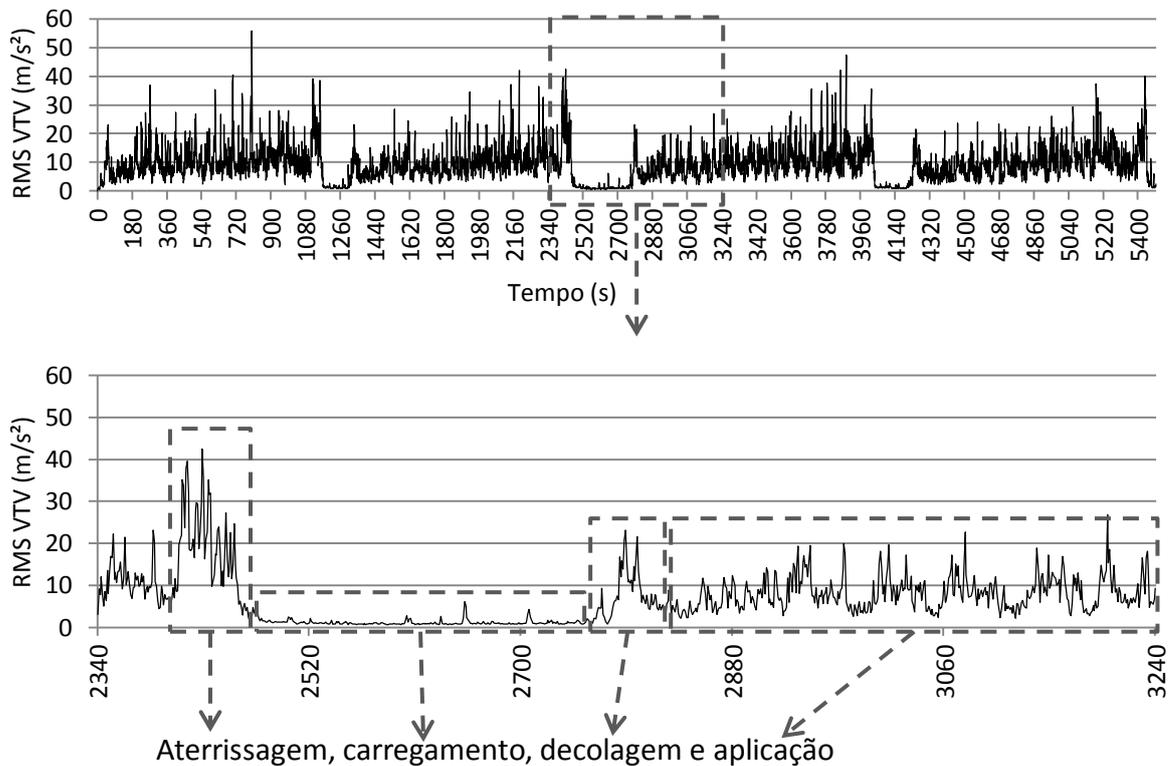


Figura 16 – VCI em aeronave EB202 na aplicação de herbicida.

Exposição pessoal diária

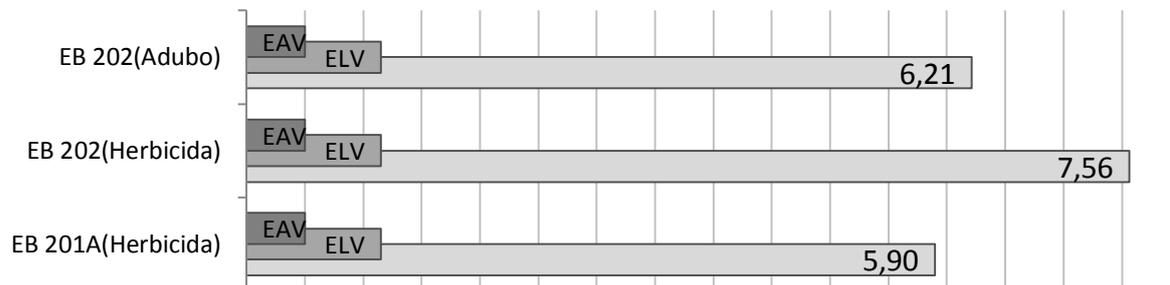


Figura 17 – Aceleração ponderada.

problemas de saúde (para VCI, $ELV = 1,15m/s^2$). A aeronave EB201A em aplicação de herbicida teve a menor exposição, contudo, se apresenta muito acima do recomendado[18], sendo na decolagem e na aterrissagem os momentos com maior exposição. Para esta mesma aeronave, apenas durante o carregamento, $A(8) < 1,15m/s^2$, estando ELV em conformidade com a norma[18] para um período de 8 horas diárias, atingindo o EAV em 02:05h.

5.4 DISCUSSÃO

A vibração foi apresentada em estudos na aviação agrícola como fator contribuinte para ocorrência de acidentes[31,32]. Contudo, estes estudos tem seu foco voltado para outros fatores de exposição, e assim, a vibração não é devidamente explorada no ambiente de trabalho dos pilotos. A vibração presente na cabine dos aviões agrícolas pode ser oriunda de diversas fontes, incluindo os sistemas mecânicos, vento e contato com o solo. Estes são transmitidos para o assento e comandos através da estrutura da aeronave, composta normalmente de perfis tubulares fabricados com aço carbono. Algumas destas características se apresentam semelhantes aos estudos que exploram a VCI em operadores de veículos diversos, que incluem principalmente: maquinistas de trem[13,19], condutores de empilhadeiras[13,20], condutores de caminhões[5], condutores de máquinas agrícolas[13,21], etc. Além destes, na aviação em geral, foram publicados artigos sobre VCI para pilotos de helicóptero[22–27], e pilotos de caça[27,28]. Em todos estes estudos, uma das características mais forte que contribui para níveis altos de aceleração é a condição da pista, ou contato de sistemas mecânicos com o solo. Nos resultados deste estudo, é possível identificar que as marcações com aceleração mais forte é apresentada nas etapas em que a aeronave está em contato com o solo em movimento, ocasionando acelerações rápidas e severas (choques). Os choques contribuem muito para o resultado final, que para as três situações, estão muito acima

do recomendado pela norma[18]. Em situações que não há choques (carregamento e aplicação), percebe-se uma maior exposição com a aeronave em movimento (velocidade de cruzeiro), onde a gravidade da exposição pode ser atribuída ao uso de maior potência de motor e também à turbulência. Isto fica mais evidente se comparados os dados entre as aeronaves EB202 em aplicação de herbicida e adubo. Isto porque na aplicação de herbicida, a condição de vento foi pior do que na aplicação de adubo, resultando em maior exposição durante os procedimentos de aplicação.

A exposição apresentada, que em todas as situações ultrapassou o ELV, tem grande potencial para causar problemas de saúde aos pilotos. Estes problemas incluem o desencadeamento de patologias na região lombar[7–13], lesões da coluna vertebral[7,9] e podendo ter efeitos também no sistema circulatório, gástrico e vestibular[8]. Os problemas mais graves de saúde, que comprometem a região da coluna podem resultar no afastamento da profissão, o que prejudica o profissional, a empresa e todo o sistema que envolve a aplicação.

A exposição pode inclusive afetar a segurança dos pilotos, devido a problemas visuais[33], interferências neuromusculares[33], no sistema nervoso central[33], mudança de performance em trabalhos mentais[34], etc. Estes efeitos podem ocasionar acidentes de trabalho, considerando o nível de precisão necessário para conduzir a aeronave carregada à distancias pequenas do solo.

No caso da aviação agrícola, onde a VCI é de difícil remoção devido às diversas fontes, a proteção pode ser fornecida colocando os pilotos agrícolas em um ambiente isolado[17], que pode ser feito através da interface principal (assento e encosto). Além disto, foi verificada a preocupação de uma das empresas avaliadas com as condições de pista. Durante a época de menor uso das aeronaves (entressafra), esta realiza a manutenção das pistas a serem utilizadas, seja na qualidade da superfície ou na demarcação visual. Esta estratégia é possível em situações em que a empresa de aviação agrícola possui clientes fixos, sendo possível uma maior integração do trabalho dos sujeitos envolvidos.

5.5 CONCLUSÃO

A principal conclusão deste artigo indica que a exposição diária às VCI suportadas pelos pilotos agrícolas está muito acima dos valores preconizados pela norma ISO2631-5:2004, deixando evidente que ações urgentes são necessárias. Esta exposição pode ser suficiente para causar problemas de saúde entre os pilotos. Com relação à segurança do

trabalho, pode-se preconizar ainda um estudo sobre as frequências geradas e que podem estar associadas a acidentes de trabalho.

De outra forma, observou-se que as empresas adotam estratégias para atenuar os efeitos das VCI sobre os pilotos (melhoria nas pistas, organização de horários de trabalho, manutenção em motores, etc.). Embora os dados deste artigo digam respeito unicamente a um determinado fabricante, com um tipo específico de motor, outros estudos devem ser realizados para verificar a influencia de diferentes tipos de sistemas mecânicos e a exposição as VCI. Assim, observa-se que existe ainda muito a ser desenvolvido em temas de projeto de aviões agrícolas com tecnologias capazes de atenuar os efeitos da VCI sobre os pilotos.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BLAKE, R. E. Basic vibration theory. In: PIERSOL, A. G.; PAEZ, T. L. (Eds.). **Harris' shock and vibration handbook**. 6^a. ed. New York: McGrawHill, 2010. p. 2.1-2.32.
- [2] BRAMMER, A. J. Human response to shock and vibration. In: PIERSOL, A. G.; PAEZ, T. L. (Eds.). **Harris' shock and vibration handbook**. 6^a. ed. New York: McGrawHill, 2010. p. 41.1-41.48.
- [3] GRIFFIN, M. J. Measurement and evaluation of whole-body vibration at work. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 6, n. 1, p. 45-54, 1990.
- [4] SEIDEL, H. e GRIFFIN, M. J. Modelling the response of the spinal system to whole-body vibration and repeated shock. **Clinical Biomechanics**, v. 16, Supple, n. 0, p. S3 - S7, 2001.
- [5] NITTI, R. e SANTIS, P. DE. Assessment and prediction of whole-body vibration exposure in transport truck drivers. **Industrial health**, v. 48, n. 5, p. 628-37, 2010.
- [6] HULSHOF, C. T. J. et al. The fate of Mrs Robinson: Criteria for recognition of whole-body vibration Injury as an occupational disease. **Journal of Sound and Vibration**, v. 253, n. 1, p. 185-194, 2002.
- [7] WASSERMAN, D. E. Human exposure to vibration. In: KARWOLWSKI, W. (Ed.). **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. London: Taylor & Francis, 2001. p. 1009-1010.
- [8] LITCHFIELD, P. Noise and vibration. In: SNASHALL, D.; PATEL, D. (Eds.). **ABC of occupational and environmental medicine**. 2^a. ed. London: BMJ, 2003. p. 65-71.
- [9] WILDER, D.; WASSERMAN, D. e WASSERMAN, J. Occupational vibration exposure. In: WALD, P.; STAVE, G. (Eds.). **Physical and Biological Hazards of the Workplace**. 2^a. ed. New York: Wiley, 2002. .

- [10] GUIMARÃES, L. B. M.;; SATTTLER, M. A. e AMARAL, F. G. Ambiente de trabalho. In: GUIMARÃES, L. B. M. (Ed.). **Ergonomia de processo**. 5. ed. Porto Alegre: FEENG/UFRGS, 2004. p. 1 - 56.
- [11] BOVENZI, M. e HULSHOF, C. T. An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986-1997). **International archives of occupational and environmental health**, v. 72, n. 6, p. 351-65, 1999.
- [12] LINGS, S. e LEBOEUF-YDE, C. Whole-body vibration and low back pain: a systematic, critical review of the epidemiological literature 1992-1999. **International archives of occupational and environmental health**, v. 73, n. 5, p. 290-7, 2000.
- [13] BOSHUIZEN, H. C.;; BONGERS, P. M. e HULSHOF, C. T. J. Back disorders and occupational exposure to whole-body vibration. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 6, n. 1, p. 55-59, doi:10.1016/0169-8141(90)90050-C, 1990.
- [14] GRIFFIN, M. J. **Handbook of human vibration**. London: Elsevier Academic Press, 1990.
- [15] ISHITAKE, T. et al. Changes of visual performance induced by exposure to whole-body vibration. **The Kurume medical journal**, v. 45, n. 1, p. 59-62, 1998.
- [16] LEWIS, C. H. e GRIFFIN, M. J. A review of the effects of vibration on visual acuity and continuous manual control, part II: Continuous manual control. **Journal of Sound and Vibration**, v. 56, n. 3, p. 415-457, 1978.
- [17] SMITH, R. W. e BRAMER, T. Niose and vibration. In: RIDLEY, J.; CHANNING, J. (Eds.). **Safety at work**. 7^a. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2008. p. 542-566.
- [18] ISO. **ISO 2631-1:1997**. . [S.l: s.n.], 2004.
- [19] BIRLIK, G. Occupational Exposure to Whole Body Vibration: Train Drivers. **Industrial Health**, v. 47, p. 5-10, 2009.
- [20] HULSHOF, C. T. J. et al. Evaluation of an occupational health intervention programme on whole-body vibration in forklift truck drivers: a controlled trial. **Occupational and environmental medicine**, v. 63, n. 7, p. 461-8, doi:10.1136/oem.2005.020032, 2006.
- [21] MILOSAVLJEVIC, S. et al. Exposure to whole-body vibration and mechanical shock: a field study of quad bike use in agriculture. **The Annals of occupational hygiene**, v. 55, n. 3, p. 286-95, doi:10.1093/annhyg/meq087, 2011.
- [22] OLIVEIRA, C. G. DE;; SIMPSON, D. M. e NADAL, J. Lumbar back muscle activity of helicopter pilots and whole-body vibration. **Journal of Biomechanics**, v. 34, n. 10, p. 1309-1315, 2001.
- [23] OLIVEIRA, C. G. DE e NADAL, J. Transmissibility of helicopter vibration in the spines of pilots in flight. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 76, n. 6, p. 576-80, 2005.

- [24] OLIVEIRA, C. G. DE e NADAL, J. Back muscle EMG of helicopter pilots in flight: effects of fatigue, vibration, and posture. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 75, n. 4, p. 317-22, 2004.
- [25] KÅSIN, J. I.; MANSFIELD, N. e WAGSTAFF, A. Whole body vibration in helicopters: risk assessment in relation to low back pain. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 82, n. 8, p. 790-6, 2011.
- [26] BALASUBRAMANIAN, V.; DUTT, A. e RAI, S. Analysis of muscle fatigue in helicopter pilots. **Applied ergonomics**, v. 42, n. 6, p. 913-8, 2011.
- [27] AYDOG, S. T. et al. Cervical and lumbar spinal changes diagnosed in four-view radiographs of 732 military pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 75, n. 2, p. 154-157, 2004.
- [28] SMITH, S. D. Cockpit seat and pilot helmet vibration during flight operations on aircraft carriers. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 75, n. 3, p. 247-254, 2004.
- [29] BILLINGS, C. E. Medical and environmental problems in agricultural aviation. **Aerospace Medicine**, v. 34, n. 5, p. 406-408, 1963.
- [30] RICHTER E.D., G. M. H. M. G. B. Death and injury in aerial spraying: Pre-crash, crash, and post-crash prevention strategies. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 52, n. 1, p. 53-56, 1981.
- [31] GRIBETZ, B. et al. Heat stress exposure of aerial spray pilots. **Aviation Space and Environmental Medicine**, v. 51, n. 1, p. 56-60, 1980.
- [32] RICHTER, E. et al. Exposures of aerial spray workers to parathion. **Israel journal of medical sciences**, v. 16, n. 2, p. 96-100, 1980.
- [33] MCLEOD, R. W. e GRIFFIN, M. J. Review of the effects of translational whole-body vibration on continuous manual control performance. **Journal of Sound and Vibration**, v. 133, n. 1, p. 55-115, 1989.
- [34] SANDOVER, J. e CHAMPION, D. F. Some effects of a combined noise and vibration environment on a mental arithmetic task. **Journal of Sound and Vibration**, v. 95, n. 2, p. 203-212, 1984.

6 CONCLUSÃO

Este estudo reuniu a informação qualitativa sobre a exposição ao ruído ambiental e vibração de corpo inteiro de três formas distintas: 1) Através da sumarização das informações presentes na literatura; 2) através da informação relatada por profissionais envolvidos na aviação agrícola; 3) através da medição das condições ambientais no posto de trabalho mais utilizado pelos pilotos agrícolas. Com as informações oriundas da literatura (Artigo 1), e, do conhecimento dos profissionais envolvidos na aviação agrícola (Artigo 2), foi possível identificar todos os fatores de exposição, a relação entre estes fatores, as possíveis soluções, e principalmente as restrições criadas para a avaliação e melhoria das condições de trabalho. Estas informações foram importantes para guiar o processo de análise das condições de ruído ambiental e vibração de corpo inteiro, tendo conhecimento da relação da exposição a outros fatores. Se destacaram as relações dos fatores naturais (condições meteorológicas) e organizacionais (responsabilidades) com o aumento da exposição aos fatores operacionais (ritmo de trabalho e pressão por prazos). Os fatores operacionais por sua vez, contribuem para o aumento do tempo de exposição diário. Além destes, fatores acidentários como a falta de uso, ou o uso inadequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) contribuem de forma importante para o aumento da exposição (níveis mais elevados). Apesar de existirem tecnologias capazes de atenuar a exposição ao ruído e vibrações, os artigos 3 e 4 evidenciaram que as condições de trabalho ainda estão em desconformidade com as respectivas normas regulamentadoras. Assim, pode-se concluir que estes fatores isolados têm muito a contribuir para a degradação de condições de trabalho seguro e salubre. Certas medidas de prevenção foram reconhecidas em algumas empresas participantes desta pesquisa, que incluem principalmente o uso de EPIs e EPCs disponíveis no mercado. Além disto, foi considerado de fundamental importância a manutenção de pistas localizadas no interior das fazendas, feita pelos profissionais da aviação agrícola. É importante ainda salientar que estes procedimentos dependem de uma relação próxima entre as empresas de aviação agrícola e os proprietários rurais, bem como entre a empresa de aviação agrícola e seus funcionários (fatores psicossociais). Embora este estudo tenha alcançado seus objetivos, muito ainda pode ser feito para melhoria das condições de trabalho dos pilotos agrícolas, o que deixa evidente a necessidade de estudos futuros com objetivos ligados aos diferentes fatores de exposição e das relações entre estes.

REFERENCIAS

- [1] GUIMARÃES, A. **Brasil possui segunda maior frota de aviação agrícola do mundo.** Disponível em: <http://www.cnt.org.br/Paginas/Agencia_Noticia.aspx?n=8480>. Acesso em: 14 nov. 2012.
- [2] LEBEAU, F. et al. RTDrift: A real time model for estimating spray drift from ground applications. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 77, n. 2, p. 161-174, 2011.
- [3] THOMSON, S. J. e SMITH, L. A. Crop dusting using GPS. **IEEE Aerospace and electronic systems magazine**, v. 23, n. 3, p. 14-17, 2008.
- [4] LAN, Y. et al. Current status and future directions of precision aerial application for site-specific crop management in the USA. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 74, n. 1, p. 34-38, 2010.
- [5] TESKE, M. E. et al. AgDrift®: A model for estimating near-field spray drift from aerial applications. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 21, n. 3, p. 659-671, 2002.
- [6] BIRD, S. L. et al. Evaluation of the AgDISP aerial spray algorithms in the AgDRIFT model. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 21, n. 3, p. 672-681, 2002.
- [7] CRAIG, I.; WOODS, N. e DORR, G. A simple guide to predicting aircraft spray drift. **CROP PROTECTION**, v. 17, n. 6, p. 475-482, 1998.
- [8] THOMSON, S. J.; HANKS, J. E. e SASSENATH-COLE, G. F. Continuous georeferencing for video-based remote sensing on agricultural aircraft. **TRANSACTIONS OF THE ASAE**, v. 45, n. 4, p. 1177-1189, 2002.
- [9] CARBONARI, C. A. et al. Efficacy of the Aerial Application of the Herbicides Sulfentrazone and Isoxaflutole Using Clay Granules in Eucalyptus Area. **PLANTA DANINHA**, v. 28, n. 1, p. 207-212, 2010.
- [10] TAYLOR, R. T. et al. A prospective study of the effects of ultralow volume (ULV) aerial application of malathion on epidemic Plasmodium falciparum malaria. II. Entomologic and operational aspects. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 24, n. 2, p. 188-92, 1975.
- [11] HRBA 137. **Operações Aeroagrícolas.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/biblioteca/rbha/rbha137.pdf>>, 1999.
- [12] FAR PART 137. **Agricultural Aircraft Operations.** . [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12498558>>, 1965.
- [13] NAAA. **Agricultural aviation.**
- [14] VOOGT, A. J. DE;; UITDEWILLIGEN, S. e EREMENKO, N. Safety in high-risk helicopter operations: The role of additional crew in accident prevention. **Safety Science**, v. 47, n. 5, p. 717-721, 2009.

- [15] ANAC. **Relação de acidentes aeronáuticos de aeronaves civis: Janeiro a dezembro de 2007.** . [S.l: s.n.], 2007.
- [16] ANAC. **Relação de acidentes aeronáuticos de aeronaves civis: Janeiro a Dezembro de 2008.** . [S.l: s.n.], 2008.
- [17] ANAC. **Relação de acidentes aeronáuticos de aeronaves civis: Janeiro a Dezembro de 2011.** . [S.l: s.n.], 2011.
- [18] ANAC. **Relação de acidentes aeronáuticos de aeronaves civis: Janeiro a Dezembro de 2009.** . [S.l: s.n.], 2009.
- [19] ANAC. **Relação de acidentes aeronáuticos de aeronaves civis: Janeiro a dezembro de 2010.** . [S.l: s.n.], 2010.
- [20] CENIPA. **Panorama estatístico da aviação civil brasileira.** . [S.l: s.n.], 2012.
- [21] FÆREVIK, H. e REINERTSEN, R. E. Effects of wearing aircrew protective clothing on physiological and cognitive responses under various ambient conditions. **Ergonomics**, v. 46, n. 8, p. 780-799, 2010.
- [22] WILKINS, P. A. e ACTON, W. I. Noise and accidents - A Review. **Annals of Occupational Hygiene**, v. 25, n. 3, p. 249-260, 1982.
- [23] LITCHFIELD, P. Noise and vibration. In: SNASHALL, D.; PATEL, D. (Eds.). **ABC of occupational and environmental medicine.** 2^a. ed. London: BMJ, 2003. p. 65-71.
- [24] SCHOOL, P. J. Noise at work. In: KARWOLWSKI, W. (Ed.). **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors2.** London: Taylor & Francis, 2001. p. 1029-1032.
- [25] MØLLER, A. R. Occupational noise as a health hazard: physiological viewpoint. **Scandinavian Journal of Work, Environment & Health**, v. 3, n. 2, p. 73-79, 1977.
- [26] SANDOVER, J. e CHAMPION, D. F. Some effects of a combined noise and vibration environment on a mental arithmetic task. **Journal of Sound and Vibration**, v. 95, n. 2, p. 203-212, 1984.
- [27] BRAMMER, A. J. Human response to shock and vibration. In: PIERSOL, A. G.; PAEZ, T. L. (Eds.). **Harris' shock and vibration handbook.** 6^a. ed. New York: McGrawHill, 2010. p. 41.1-41.48.
- [28] GRIFFIN, M. J. Measurement and evaluation of whole-body vibration at work. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 6, n. 1, p. 45-54, 1990.
- [29] HUNTER, D. R. et al. Situational and personal characteristics associated with adverse weather encounters by pilots. **Accident Analysis & Prevention**, v. 43, n. 1, p. 176-186, 2011.

- [30] POWELL, D. et al. Fatigue in two-pilot operations: implications for flight and duty time limitations. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 79, n. 11, p. 1047-50, 2008.
- [31] HARRISON, M. F. et al. Measuring neuromuscular fatigue in cervical spinal musculature of military helicopter aircrew. **Military medicine**, v. 174, n. 11, p. 1183-9, 2009.
- [32] GREGORY, K. B. et al. Pilot fatigue survey: exploring fatigue factors in air medical operations. **Air medical journal**, v. 29, n. 6, p. 309-19, [S.d.].
- [33] BALASUBRAMANIAN, V.; DUTT, A. e RAI, S. Analysis of muscle fatigue in helicopter pilots. **Applied ergonomics**, v. 42, n. 6, p. 913-8, 2011.
- [34] BRINK, M. Aircraft noise and myocardial infarction mortality. **Epidemiology (Cambridge, Mass.)**, v. 22, n. 2, p. 283; author reply 284, 2011.
- [35] JANSSEN, S. A. et al. Trends in aircraft noise annoyance: the role of study and sample characteristics. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 129, n. 4, p. 1953-62, 2011.
- [36] KOCHAN, K.; SACHAU, D. e BREITBACH, H. Robust active noise control in the loadmaster area of a military transport aircraft. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 129, n. 5, p. 3011-9, 2011.
- [37] SMITH, S. D. Cockpit seat and pilot helmet vibration during flight operations on aircraft carriers. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 75, n. 3, p. 247-54, 2004.
- [38] OLIVEIRA, C. G. DE e NADAL, J. Back muscle EMG of helicopter pilots in flight: effects of fatigue, vibration, and posture. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 75, n. 4, p. 317-22, 2004.
- [39] OLIVEIRA, C. G. DE e NADAL, J. Transmissibility of helicopter vibration in the spines of pilots in flight. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 76, n. 6, p. 576-80, 2005.
- [40] SMITH, S. D. Seat vibration in military propeller aircraft: characterization, exposure assessment, and mitigation. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 77, n. 1, p. 32-40, 2006.
- [41] KÅSIN, J. I.; MANSFIELD, N. e WAGSTAFF, A. Whole body vibration in helicopters: risk assessment in relation to low back pain. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 82, n. 8, p. 790-6, 2011.
- [42] HANSEN, T. A. S. et al. Arterial oxygen pressure following whole-body vibration at altitude. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 83, n. 4, p. 431-5, 2012.
- [43] RIENZO, M. DI et al. Assessment of gravitational stress on heart rate variability during maneuvers on high performance jet flights. In: CONFERENCE PROCEEDINGS : ... ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY. IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY. CONFERENCE. **Anais...** [S.l: s.n.], 2010.

[44] KANG, S. et al. Measuring the cumulative effect of G force on aviator neck pain. **Aviation, space, and environmental medicine**, v. 82, n. 11, p. 1042-8, 2011.

[45] SARTER, N. B. e SCHROEDER, B. Supporting decision making and action selection under time pressure and uncertainty: the case of in-flight icing. **Human factors**, v. 43, n. 4, p. 573-83, 2001.

[46] SAMPIERI, R. H.;; COLLADO, C. F. e LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGrawHill, 2006.

[47] ISO. **ISO 2631-1:1997**. . [S.l: s.n.], 2004.

[48] ISO. **ISO 1999:1990 Acoustics -- Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment**. . [S.l: s.n.], 1990.

[49] **ISI Web of Knowledge**. Disponível em: <<http://apps.webofknowledge.com/>>.

[50] **ScienceDirect**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/>>.

[51] **PubMed**. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>>.

